

POLITECNICO di MILANO

VI Facoltà di Ingegneria

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dei Sistemi Edilizi



**STIMA DEGLI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA IN FASE
PRELIMINARE DI PROGETTO MEDIANTE L'IMPIEGO DI RETI
NEURALI ARTIFICIALI**

Relatore: Prof. Ing. Re Cecconi Fulvio

Tesi di Laurea di:

Mastroianni Laura Chiara

Matr. n° 734869

Anno Accademico 2009-2010

INDICE

Abstract (IT)	pag. 9
Abstract (ENG)	pag. 10
1. Introduzione	pag. 11
2. Inquadramento normativo	pag. 15
3. Bilancio termico edificio impianto: procedura di calcolo convenzionale	pag. 17
3.1 Fabbisogno di Energia termica	pag. 19
3.2 Fabbisogno di Energia primaria	pag. 23
4. Reti neurali artificiali	pag. 25
4.1 Neurone artificiale	pag. 29
4.2 Apprendimento	pag. 31
4.3 Architettura dei collegamenti	pag. 33
4.4 Sviluppo della rete: train, test, predict	pag. 35
4.5 Vantaggi e svantaggi nell'impiego di ANN	pag. 37
4.6 Applicazioni	pag. 39
5. Selezione dei parametri di input mediante analisi di sensitività	pag. 41
5.1 Esito analisi sensitività: ETh	pag. 45
5.2 Esito analisi sensitività: ETc	pag. 49
5.3 Esito analisi sensitività: ETw	pag. 53
5.4 Analisi complessiva dei risultati	pag. 55

6. Sviluppo della rete neurale artificiale	pag. 59
6.1 Esito elaborazione: ETh	pag. 59
6.2 Esito elaborazione: ETc	pag. 62
6.3 Esito elaborazione: ETw	pag. 64
6.4 Analisi complessiva dei risultati	pag. 66
7. Classificazione energetica	pag. 69
8. Conclusioni	pag. 73
Bibliografia	pag. 77
Indice delle figure	pag. 79
Indice delle tabelle	pag. 80
Indice degli allegati	pag. 81
Ringraziamenti	pag. 83
Allegati	pag. 85

ABSTRACT

La finalità del presente lavoro è fornire uno strumento di stima dei fabbisogni energetici di un fabbricato edilizio, il cui utilizzo costituisca un valido supporto nella determinazione della sostenibilità economica, ambientale e sociale di un intervento. Il suo impiego è stato ipotizzato nella fase preliminare di progetto e per questo motivo destinato a molteplici operatori del settore edilizio, tecnici e non. Tra le peculiarità prefisse vi sono: la semplicità e rapidità di utilizzo, la necessità di pochi input per l'elaborazione degli output, l'affidabilità e l'immediatezza dei risultati.

Tale obiettivo è stato perseguito mediante l'utilizzo di reti neurali artificiali, modelli matematici il cui funzionamento si ispira a quello del cervello biologico. Per poter intraprendere lo sviluppo di queste ultime, si è reso necessario effettuare una selezione dei parametri più influenti nella definizione dei fabbisogni energetici; l'individuazione di tali valori è stata eseguita mediante un'analisi di sensitività, effettuata avvalendosi anche dell'utilizzo del software di calcolo Cened+, impiegato nella Regione Lombardia per la redazione dell'Attestato di Certificazione Energetica.

Nel lavoro in oggetto l'attenzione è stata maggiormente focalizzata sull'impiego della rete neurale nella definizione dei fabbisogni di energia termica; l'ottenimento di risultati soddisfacenti, lascia supporre la possibilità di implementazione del modello proposto con il fine di giungere anche alla previsione degli indicatori di energia primaria.

ABSTRACT

The aim of this work is to propose a tool to estimate the energetic needs of a building; this tool is also suited for the validation of the economic, environmental and social sustainability of a building intervention. The tool is meant to be used in the preliminary stage of a project, thus being appropriate for multiple professionals - technicians or not - in the building area. Some of its peculiarities are: easy and quick usage, few inputs needed, reliability and immediacy of results.

The above mentioned purpose is reached by means of artificial neural networks: these are mathematical models that are inspired by the functional aspects of biological neural networks. As a preliminary step, the most important parameters in the energetic needs computation had to be selected: this was achieved thanks to Cened+ software, through a sensitivity analysis. Cened+ is commonly used in Lombardia to release energetic certificates.

In this work, major focus was given to the use of neural network to define the thermal energetic needs of a building; the good results achieved suggest that the proposed model could be implemented to take into account the primary energetic indicators as well.

1. INTRODUZIONE

Il tema dell'efficienza energetica costituisce, per chi si occupa di edilizia, un tema di grande interesse ed attualità. Nell'approcciarsi ad un qualsiasi intervento edile, sia esso una nuova costruzione o una ristrutturazione, si è chiamati ad interrogarsi sulla sua sostenibilità: economica, ambientale e sociale [1].

Considerando l'intervento edilizio nel suo intero "life cycle" le caratteristiche energetiche che lo qualificano assumono un'importanza decisiva. In termini di sostenibilità economica risulta indispensabile determinare il costo di costruzione e gestione del fabbricato, fortemente connesso alle scelte tecnologiche e impiantistiche. In termini di sostenibilità ambientale e sociale, invece, assume un ruolo rilevante la definizione dei consumi energetici comportati dall'intervento stesso.

I tre aspetti appena citati, fortemente interconnessi tra loro, definiscono la sostenibilità complessiva di un intervento edilizio che, visto l'importanza che assume, deve essere definita già a partire dalla fase preliminare del progetto.

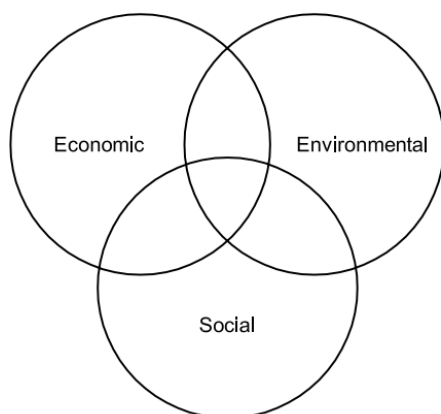


Figura 1: Aspetti primari della sostenibilità (ISO 15392)

In ausilio a progettisti e professionisti del settore edile, sono stati sviluppati, negli ultimi anni, molteplici software di calcolo che permettono la determinazione in modo dettagliato ed attendibile dei fabbisogni e dei consumi energetici dei fabbricati edilizi. La Regione

Lombardia, per esempio, da alcuni anni si avvale di Cened, un software di calcolo indicato per la redazione dell'Attestato di Certificazione Energetica (a partire da ottobre 2009 il software è stato implementato nella versione Cened+).

L'affidabilità dei risultati forniti da molti software presenti nello scenario edilizio, come quello appena citato, è spesso riconducibile alla quantità e qualità dei dati forniti dall'operatore. Questo aspetto può costituire un elemento a svantaggio dei professionisti in quanto, molte volte, per raccogliere i dati necessari allo sviluppo del calcolo, occorre un'analisi dettagliata delle caratteristiche dell'edificio e dell'impianto ad esso associato che non può essere eseguita in maniera immediata. La raccolta dei dati infatti, oltre a richiedere un impegno in termini di tempo, necessita da parte di colui che la effettua la conoscenza di numerosi aspetti di tipo tecnologico ed impiantistico riguardanti il fabbricato, nonché dei principi fisici che governano il software.

Ponendo l'attenzione soprattutto alla fase preliminare dello sviluppo di un intervento edilizio, all'interno della quale sono in atto molteplici processi decisionali per cui le informazioni non sono ancora complete e dettagliate, è nata l'idea di creare uno strumento che permettesse di fare delle considerazioni di tipo energetico già in questa fase, dove soprattutto la definizione dei costi legati al "life cycle" di un fabbricato, assume un'importanza rilevante.

Per realizzare quanto appena esposto, è stato identificato uno strumento di calcolo empirico, la rete neurale artificiale, già utilizzato in altre applicazioni di tipo ingegneristico e non solo. L'adozione di questo strumento è stata valutata idonea per diverse peculiarità che la contraddistinguono. Anzitutto la sua capacità di elaborare risultati affidabili, anche in caso di non completezza o parziale non correttezza dei valori di ingresso; inoltre la sua abilità di fornire output in modo immediato, poiché necessita di pochi dati per l'elaborazione e richiede tempi di sviluppo piuttosto brevi. Ancora, possiede la qualità di essere uno strumento di calcolo "intelligente" in quanto in grado di imparare da alcuni esempi e per questo motivo capace di fornire dei risultati plausibili.

Infine si è optato per l'utilizzo della rete neurale artificiale, in quanto essa presenta un approccio di tipo "black box" rispetto alla tematica che le è sottoposta; si è ritenuto appropriato tale metodo poiché, l'utilizzo dello strumento oggetto di questa tesi, è stato ideato per supportare il processo decisionale proprio della fase preliminare di progettazione, in cui operano anche professionisti con limitate conoscenze tecniche.

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

In Italia il tema del risparmio energetico è affrontato già a partire dagli anni '70 e '80. Nel 1976 viene emanata la prima legge sul risparmio energetico (legge 373/76) e nei primi anni '90, viene promulgata la legge 10/91 che costituisce l'evoluzione della legge precedentemente esistente e riguarda i temi di uso razionale dell'energia e tutela dell'ambiente. Il decreto attuativo della legge 10/91, la cui uscita è prevista entro 180 giorni, in realtà viene emanato soltanto nel 1993 tramite il DPR n°412/93. Nel 1998 il DL n°112/98 attribuisce allo Stato il compito di indicare i principi generali in termini di efficienza energetica, mentre conferisce alle Regioni e agli enti locali l'incarico di realizzare un regolamento e organizzare un sistema di controllo, per effettuare la gestione del reale utilizzo dell'energia. In seguito alla pubblicazione di questo decreto si registra una situazione di stasi nello sviluppo dell'evoluzione normativa sul risparmio energetico. Con l'emanazione della direttiva europea 2002/91/CE il processo di evoluzione normativa riceve un nuovo impulso. A livello nazionale viene promulgato il DL n°192/05, attuazione del 2002/91/CE e successivamente il DL n°311/06, entrambi contenenti prescrizioni riguardo il risparmio energetico in edilizia. Mediante la pubblicazione della UNI TS 11300 vengono definite le modalità di calcolo con il fine di omogeneizzarle.

Nel 2008 viene varato il DL n°115/2008 in attuazione alla direttiva 2006/32/CE, contenente aspetti legati alla metodologia di calcolo e i requisiti dei certificatori, in attesa della pubblicazione delle Linee Guida Nazionali. L'entrata in vigore del DPR n°59/2009, attuativo del DL n°192/2005, introduce il nuovo quadro di disposizioni obbligatorie che sostituiscono le indicazioni "transitorie" del DLgs n°311/06. Il DM del 26/6/2009 (G.U. n°158 del 07/07/10), infine, stabilisce le Linee Guida Nazionali per la certificazione energetica [2].

Parallelamente a quanto visto fino ad ora esistono differenti realtà regionali; in alcune regioni, infatti, esistono da anni decreti riguardanti il tema dell'efficienza energetica. In Lombardia, nel 2004 sono state emanate due LR indicanti alcune norme per il risparmio energetico negli edifici. Nel 2007 in attuazione alla legge nazionale DL n°192/05 viene pubblicato il DGR VIII/5018 s.m.i. contenente le indicazioni riguardo la procedura di calcolo

finalizzata all'attestato di certificazione energetica. Nel 2008 viene emanato il DGR VIII/8745 contenente nuove prescrizioni in merito all' efficienza energetica in edilizia e la certificazione energetica degli edifici. Nel 2009 con il decreto n° 5736 del 11/6/09 vengono definite le procedure di calcolo per la certificazione energetica [3].

3. BILANCIO TERMICO EDIFICIO IMPIANTO

Le prestazioni energetiche di un fabbricato, sono definite in funzione del bilancio energetico edificio-impianto che lo caratterizza. È possibile scomporre l'analisi legata ai fabbisogni energetici individuando un primo sistema costituito dal fabbricato stesso, ed un secondo sistema consistente nel complesso impiantistico. Il calcolo delle prestazioni energetiche, infatti, prevede la definizione di un fabbisogno di energia termica, legato alle dispersioni e i guadagni attraverso l'involucro e mediante la ventilazione, e successivamente la conversione di questo fabbisogno in richiesta di energia finale, considerando dunque il contributo del sistema impiantistico, fino alla quantificazione dei consumi energetici in termini di energia primaria.

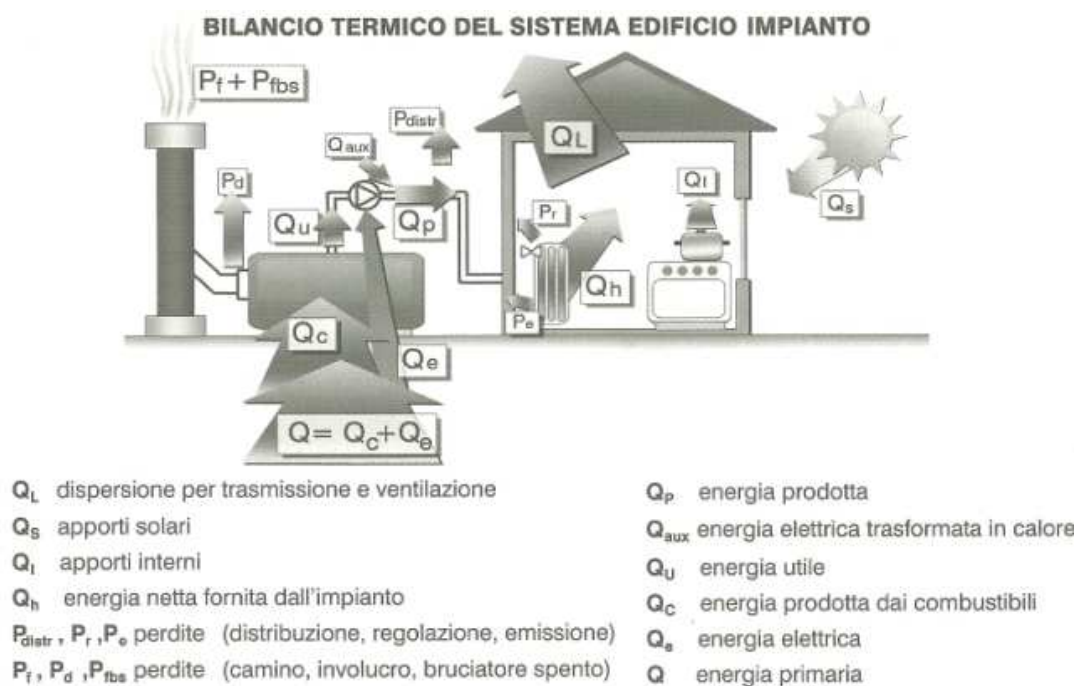


Figura 2: Bilancio energetico edificio-impianto

In funzione di quanto appena esposto è possibile affermare che l'involucro deve essere in grado di svolgere gran parte del lavoro legato alla climatizzazione degli spazi, schermando la radiazione solare o garantendo opportuni apporti e controllando il comportamento della

costruzione sfruttando sistemi resistivi piuttosto che capacitivi; all'impianto, invece, dovrebbe essere assegnato il compito di raggiungere le condizioni ottimali con il minimo dispendio energetico possibile.

Nel presente lavoro, è stata posta l'attenzione in modo particolare sugli aspetti correlati alla definizione dei fabbisogni di energia termica, perciò sulle caratteristiche riguardanti il "sistema edificio", tra queste localizzazione, involucro, ventilazione.

Si è scelto di focalizzare l'attenzione sugli aspetti appena citati in quanto, facendo un confronto con il "sistema impianto", si può evidenziare come in termini di vita utile la costruzione in se, quindi il suo involucro, presenti un carattere molto più longevo rispetto ad un impianto, per sua natura soggetto a continue evoluzioni tecnologiche nonché destinato ad essere più facilmente sostituibile. Ne consegue che un errore in fase progettuale legato alla determinazione del "sistema edificio" può comportare effetti di maggiore intensità nel tempo, sia dal punto di vista economico che ambientale. Un motivo ulteriore che ha motivato la decisione di concentrare la sperimentazione dell'utilizzo delle reti neurali per stimare unicamente gli indicatori energetici di tipo termico, concerne il fatto che si è ipotizzato l'impiego dello strumento di stima nella fase preliminare di progetto, all'interno della quale le informazioni riguardanti il fabbricato risultano maggiormente definite rispetto a quelle riguardanti le scelte impiantistiche.

Successivamente alla definizione dei fabbisogni di energia termica, si è provveduto alla conversione in energia primaria dei valori stimati. La trasformazione è stata effettuata mediante l'adozione di un valore sperimentale della variabile di rendimento globale medio stagionale (η_g); l'utilizzo di un coefficiente empirico medio, ha permesso di non dover considerare una determinata tipologia impiantistica a scapito di un'altra. Il risultato ottenuto perciò è da considerarsi un valore di massima che, in funzione dell'evolversi del progetto dalla fase preliminare, potrà essere ridotto o amplificato in seguito alla scelta di una specifica tipologia impiantistica.

3.1 FABBISOGNO ENERGIA TERMICA

Lo sviluppo del presente lavoro è stato possibile grazie alla disponibilità di un buon numero di casi precedentemente analizzati mediante metodi di calcolo tradizionali; da questi, infatti, sono stati tratti i valori di input e output indispensabili per la realizzazione di questa tesi.

Si riportano pertanto, di seguito, le indicazioni fornite dal decreto n° 5736 del 11/06/09 [4] contenente la procedura di calcolo per la certificazione energetica, adottata dalla Regione Lombardia e utilizzata per l'elaborazione del software Cened+ utilizzato in questa tesi.

Il fabbisogno annuale nominale di energia termica di un edificio viene determinato sommando il fabbisogno energetico delle singole zone termiche calcolato su base mensile, separatamente per il riscaldamento o climatizzazione invernale e per il raffrescamento o climatizzazione estiva.

Il fabbisogno di energia termica dell'involucro edilizio, nel *caso più generale di climatizzazione*, viene calcolato come somma del fabbisogno di energia termica sensibile e del fabbisogno di energia termica latente, nella condizione di riferimento (Q_{NH} e Q_{NC}):

$$Q_{NH} = Q_{NH,s} + Q_{NH,l}$$

$$Q_{NC} = Q_{NC,s} + Q_{NC,l}$$

Dove:

Q_{NH} è il fabbisogno di energia termica totale (sensibile + latente) di riferimento per il riscaldamento o la climatizzazione invernale della zona considerata, [kWh];

$Q_{NH,s}$ è il fabbisogno di energia termica sensibile di riferimento per il riscaldamento o la climatizzazione invernale della zona considerata, [kWh];

$Q_{NH,l}$ è il fabbisogno di energia termica latente per la climatizzazione invernale della zona considerata, [kWh];

$Q_{NC,s}$ è il fabbisogno di energia termica sensibile di riferimento per il raffrescamento o la climatizzazione estiva della zona considerata, [kWh];

$Q_{NC,l}$ è il fabbisogno di energia termica latente per la climatizzazione estiva della zona considerata, [kWh].

CASO INVERNALE

Per ciascuna zona termica il fabbisogno convenzionale di *energia termica sensibile* per il *riscaldamento* o la climatizzazione invernale viene determinato, come segue:

$$Q_{NH,s} = \max[0; Q_{L,H,net} - \eta_{G,H} \cdot Q_{G,H}] \quad \text{se } Q_{NH,s} < 1 \quad \text{si pone } Q_{NH,s} = 0$$

Dove:

$Q_{NH,s}$ è il fabbisogno di energia termica sensibile di riferimento per il riscaldamento o la climatizzazione invernale della zona considerata, [kWh];

$Q_{L,H,net}$ è la quantità di energia di riferimento scambiata per trasmissione e per ventilazione tra l'ambiente a temperatura controllata o climatizzato e l'ambiente circostante al netto dei contributi della radiazione solare trasferita all'interno per assorbimento sui componenti opachi e da eventuali spazi soleggiati addossati all'involucro, [kWh];

$\eta_{G,H}$ è il fattore di utilizzazione di riferimento degli apporti energetici gratuiti;

$Q_{G,H}$ è la quantità di energia gratuita dovuta alle sorgenti interne ed alla radiazione solare entrata attraverso i componenti trasparenti, [kWh];

con:

$$Q_{L,H,net} = Q_{L,H} - Q_{SE,O} - Q_{SE,S}$$

Dove:

$Q_{L,H,net}$ è la quantità di energia di riferimento scambiata per trasmissione e per ventilazione tra l'ambiente a temperatura controllata o climatizzato e l'ambiente circostante al netto dei contributi della radiazione solare trasferita all'interno per assorbimento sui componenti opachi e da eventuali spazi soleggiati addossati all'involucro, [kWh];

$Q_{L,H}$ è la quantità di energia di riferimento scambiata per trasmissione e per ventilazione tra l'ambiente a temperatura controllata o climatizzato e l'ambiente circostante, [kWh];

$Q_{SE,O}$ è la quantità di energia solare assorbita dai componenti opachi e trasferita all'ambiente a temperatura controllata o climatizzato, [kWh];

$Q_{SE,S}$ è la quantità di energia solare trasferita all'ambiente servito dall'impianto termico dovuta ad eventuali spazi soleggiati a temperatura non controllata addossati all'involucro attraverso la/le parete/i opaca/opache di separazione, [kWh].

Per ciascuna zona termica il fabbisogno convenzionale di *energia termica latente* per la *climatizzazione invernale* (dovuto cioè al controllo dell'umidità dell'aria della zona) viene determinato come segue:

$$Q_{NH,I} = -\min[0; Q_{WV,S,H} + Q_{WV,V,H}]$$

Dove:

$Q_{NH,I}$ è il fabbisogno di energia termica latente per la climatizzazione invernale della zona considerata, [kWh];

$Q_{WV,S,H}$ è l'entalpia del vapore di acqua prodotto all'interno della zona da persone e processi e sorgenti varie (cottura, lavaggi, ecc.), [kWh];

$Q_{WV,V,H}$ è l'entalpia della quantità netta di vapore di acqua introdotta nella zona dagli scambi d'aria con l'ambiente circostante per infiltrazione, aerazione e/o ventilazione, [kWh].

CASO ESTIVO

Per ciascuna zona, il fabbisogno convenzionale di *energia termica sensibile* per il *raffrescamento* o la climatizzazione estiva viene determinato come segue:

$$Q_{NC,S} = \max[0; Q_{G,C} - \eta_{L,C} \cdot Q_{L,C,net}] \quad \text{se } Q_{NC,S} < 1 \quad \text{si pone } Q_{NC,S} = 0$$

Dove:

$Q_{NC,S}$ è il fabbisogno di energia termica sensibile di riferimento per il raffrescamento o la climatizzazione estiva della zona considerata, [kWh];

$Q_{G,C}$ è la quantità di energia gratuita dovuta alle sorgenti interne ed alla radiazione solare, [kWh];

$\eta_{L,C}$ è il fattore di utilizzazione di riferimento delle dispersioni termiche;

$Q_{L,C,net}$ è la quantità di energia di riferimento scambiata per trasmissione e per ventilazione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante al netto dei contributi della radiazione solare trasferita all'interno per assorbimento sui componenti opachi e da eventuali spazi soleggiati addossati all'involucro, [kWh];

con:

$$Q_{L,C,net} = Q_{L,C} - Q_{SE,O} - Q_{SE,S}$$

Dove:

$Q_{L,C}$ è la quantità di energia di riferimento scambiata per trasmissione e per ventilazione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante, [kWh];

$Q_{SE,O}$ è la quantità di energia solare assorbita dai componenti opachi e trasferita alla zona climatizzata o a temperatura controllata, [kWh];

$Q_{SE,S}$ è la quantità di energia solare trasferita alla zona servita dall'impianto termico dovuta ad eventuali spazi soleggiati addossati all'involucro attraverso la/le parete/i opaca/opache di separazione; tale contributo è da considerarsi solo quando tali spazi non siano dotati di meccanismi che assicurino la loro ventilazione (esterno su esterno) durante il periodo estivo, [kWh].

Per ciascuna zona il fabbisogno convenzionale di *energia termica latente* per la *climatizzazione estiva* (dovuta cioè al controllo dell'umidità dell'aria della zona) viene determinato come segue:

$$Q_{NC,I} = \max[0; Q_{WV,S,C} + Q_{WV,V,C}]$$

Dove:

$Q_{NC,I}$ è il fabbisogno di energia termica latente per la climatizzazione estiva della zona considerata, [kWh];

$Q_{WV,S,C}$ è l'entalpia del vapore di acqua prodotto all'interno della zona da persone, processi e sorgenti varie (cottura, lavaggi, ecc.), [kWh];

$Q_{WV,V,C}$ è l'entalpia della quantità netta di vapore di acqua introdotta nella zona dagli scambi d'aria con l'ambiente circostante per infiltrazione, aerazione e/o ventilazione, [kWh].

Per il calcolo dei singoli componenti citati per la valutazione dell'energia termica, si rimanda all'allegato al Decreto n° 5736 del 11/6/2009 della Regione Lombardia.

3.2 FABBISOGNO ENERGIA PRIMARIA

Il fabbisogno annuale di energia primaria dell'edificio è dato dalla somma dei fabbisogni annuali di energia primaria calcolati per i diversi servizi presenti nell'edificio: il riscaldamento ovvero la climatizzazione invernale (se presente la ventilazione con umidificazione controllata), il raffrescamento ovvero la climatizzazione estiva (se presente la deumidificazione controllata), la produzione di acqua calda sanitaria, l'eventuale autoproduzione di energia elettrica (con o senza esportazione), l'eventuale esportazione dell'energia termica generata in eccesso alla domanda interna e l'illuminazione artificiale degli ambienti.

Per un impianto termico ed elettrico finalizzato al soddisfacimento dei servizi indicati, che utilizzi come vettori energetici energia elettrica, combustibili fossili (indicati con fuel), e combustibili rinnovabili (indicati con fuel,ren), il fabbisogno di energia primaria è dato dalla seguente relazione:

$$E_p = \sum_{m=1}^{12} \left[f_{p,el,del} \cdot E_{el,del} - f_{p,el,exp} \cdot E_{el,exp} + \sum_i f_{p,fuel,del,i} \cdot E_{fuel,del,i} - f_{p,TH,exp} \cdot Q_{T,H,exp} - f_{p,TC,exp} \cdot Q_{T,C,exp} + \right. \\ \left. + f_{p,el,sol} \cdot E_{el,sol} + f_{p,th,sol} \cdot E_{th,sol} + f_{p,el,wind} \cdot E_{wind} + \sum_j f_{p,fuel,ren,j} \cdot E_{fuel,ren,j} \right]_m$$

Dove:

E_p è il fabbisogno annuale di energia primaria dell'edificio, [kWh]; $E_{el,del}$ è l'energia elettrica complessivamente fornita all'edificio per i servizi richiesti, [kWh];

$E_{el,exp}$ è l'energia elettrica eventualmente ceduta alla rete elettrica nazionale, qualora vi sia autoproduzione eccedente il fabbisogno, [kWh];

$E_{fuel,del,i}$ è l'energia complessivamente fornita all'edificio dall'i-esimo vettore energetico non elettrico (gas, olio combustibile, ecc.), [kWh];

$Q_{T,H,exp}$ è l'energia termica eventualmente ceduta ad una rete di teleriscaldamento esterna all'edificio, qualora vi sia autoproduzione eccedente il fabbisogno, [kWh];

$Q_{T,C,exp}$ è l'energia termica eventualmente ceduta ad una rete di teleraffreddamento esterna all'edificio, qualora vi sia autoproduzione eccedente il fabbisogno, [kWh];

$E_{el,sol}$ è l'energia solare complessivamente utilizzata per l'autoproduzione elettrica tramite pannelli fotovoltaici, [kWh];

$E_{th,sol}$ è l'energia solare complessivamente utilizzata per l'autoproduzione termica tramite collettori solari, [kWh];

E_{wind} è l'energia eolica complessivamente utilizzata per l'autoproduzione elettrica tramite generatori eolici, [kWh];

$E_{fuel,ren,j}$ è l'energia complessivamente fornita all'edificio dal j-esimo vettore energetico non elettrico rinnovabile (biomasse, RSU, biogas, ecc.), [kWh];

$f_{p,el,del}$ è il fattore di conversione in energia primaria dell'energia elettrica fornita all'edificio;

$f_{p,el,exp}$ è il fattore di conversione in energia primaria dell'energia elettrica esportata dall'edificio;

$f_{p,fuel,del,i}$ è il fattore di conversione in energia primaria dell'energia da combustibile fossile fornita all'edificio dall'i-esimo vettore energetico non elettrico;

$f_{p,TH,exp}$ è il fattore di conversione in energia primaria dell'energia termica esportata alla rete di teleriscaldamento dall'edificio;

$f_{p,TC,exp}$ è il fattore di conversione in energia primaria dell'energia termica esportata alla rete di teleraffreddamento dall'edificio;

$f_{p,el,sol}$ è il fattore di conversione in energia primaria dell'energia solare impiegata per l'autoproduzione tramite pannelli fotovoltaici;

$f_{p,th,sol}$ è il fattore di conversione in energia primaria dell'energia solare impiegata per l'autoproduzione tramite collettori solari termici;

$f_{p,el,wind}$ è il fattore di conversione in energia primaria dell'energia eolica impiegata per l'autoproduzione tramite generatori eolici;

$f_{p,fuel,ren,j}$ è il fattore di conversione in energia primaria dell'energia da combustibile rinnovabile fornita all'edificio dal j-esimo vettore energetico non elettrico; m è l'indice del mese.

Per il calcolo e la consultazione dei valori dei singoli componenti citati per la valutazione dell'energia primaria, si rimanda all'allegato al Decreto n° 5736 del 11/6/2009 della Regione Lombardia.

4. RETI NEURALI ARTIFICIALI

Introdotte nel 1943 da Mc Culloch e Pitts, le “Artificial Neural Networks” costituiscono attualmente uno strumento di modellazione matematica potente ed efficace, impiegato con successo in molteplici ambiti di applicazione.

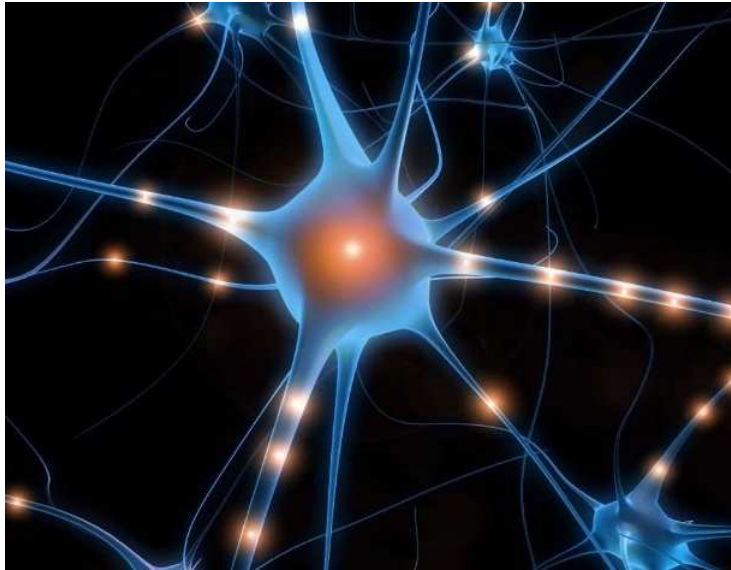


Figura 3: Neuroni biologici

Il monitoraggio di sistemi e processi mediante l'impiego di tecniche empiriche, tra le quali le ANN costituiscono un algoritmo di modellazione dalle elevate potenzialità, è sempre più diffuso in molti settori dell'ingegneria, della fisica, della biologia, della medicina, dell'economia e della sociologia . Tra i vantaggi principali, che ne motivano l'ampia diffusione, si ha che l'impiego di un modello empirico non richiede la comprensione fisica dettagliata del processo e nemmeno la conoscenza delle proprietà dei materiali, della geometria o di altre caratteristiche del sistema e delle sue componenti, le quali spesso nei casi pratici e reali risultano scarse o mancanti. [5]

Le potenzialità delle ANN sono da ricondurre al loro funzionamento, basato principalmente sull'imitazione dell'eccezionale complessità della fittissima rete di neuroni, interconnessi a livello di sinapsi, che rappresenta la struttura del cervello.

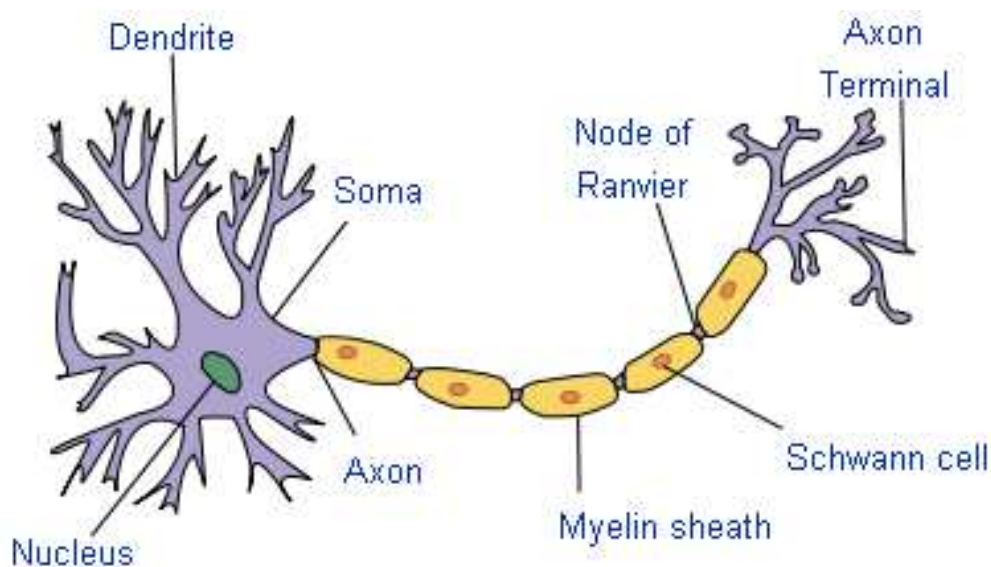


Figura 4: Struttura di un neurone biologico

Il cervello umano, a differenza di un calcolatore “classico”, è in grado di fornire una risposta sulla base di informazioni spesso approssimative. Questo avviene grazie alla sua capacità di “elaborare” le informazioni, mediante il flusso di segnali tra i neuroni che si eccitano ed inibiscono a vicenda, e “memorizzare” attraverso le connessioni sinapsi, le quali permettono al cervello l’associazione di ricordi in modo creativo e il recupero di questi anche a partire da informazioni incomplete.

Allo stesso modo, le ANN sono modelli di calcolo basati sul principio della distribuzione dell’attività elaborativa su molteplici semplici unità di calcolo fortemente connesse tra loro e funzionanti in parallelo [6]. Il buon funzionamento di una rete è basato sulla definizione di un numero elevato di parametri, tutti fra loro collegati, elaborati mediante un algoritmo in grado di permettere il funzionamento del sistema, a seguito di esempi o istruzioni dati, ad un livello vicino a quello umano. In contrasto con i modelli di calcolo convenzionali, infatti, una ANN può “apprendere” quale sia la relazione esistente tra i dati di input e output, in seguito ad un processo di formazione avvenuto su un insieme di valori forniti come

esempio. Inoltre, una ANN manifesta una buona capacità di acquisizione anche nel caso in cui i dati dovessero presentarsi incompleti, “rumorosi” o contraddittori.

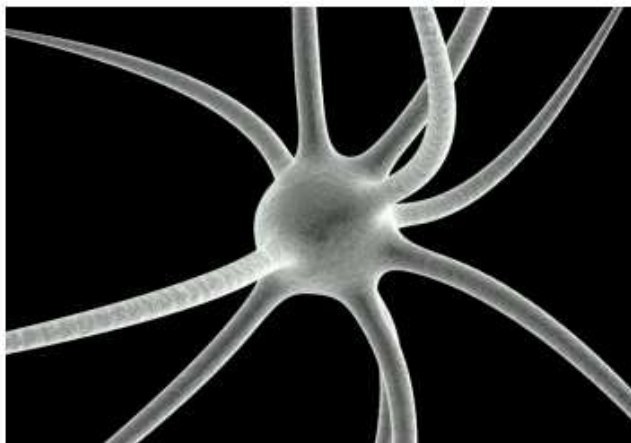


Figura 5: Neurone biologico visto con microscopio elettronico a scansione

Paragonando il cervello ed un calcolatore convenzionale, si potrebbe sottolineare che il secondo manifesta la capacità di elaborare le informazioni in modo molto rapido e seriale, nonché rigido ed esplicitato. Il primo invece, presenta una velocità di elaborazione molto inferiore, ma distribuisce l'informazione su una moltitudine di unità elementari dove può essere trattata in parallelo. Conseguentemente, anche se le componenti di un elaboratore risultano più affidabili rispetto ai neuroni, la perdita di alcune di queste può provocare danni all'intero processo; diversamente avviene nel cervello, dove escludendo l'utilizzo di alcuni neuroni non si ottengono sensibili scostamenti nel risultato.



Figura 6: Transistor, unità di base di un microprocessore

Quanto visto fino ad ora mostra una importante peculiarità del cervello umano che consiste nel regolare il numero e il rendimento delle sinapsi in maniera complessa per adattarne il funzionamento all'esperienza, da qui deriva la capacità dell'uomo di districarsi in situazioni mai viste prima.

La complessa attività del sistema nervoso si basa su due aspetti principali, i quali sono alla base della teoria sulle ANN. Il primo di questi riguarda la capacità di memorizzare, la quale è proporzionale al numero di connessioni tra i neuroni e non al numero di neuroni stessi. Il secondo concerne la capacità di apprendere, ovvero di ricordare, di associare concetti e di catalogarli; questa è resa possibile tramite variazioni della forza delle connessioni: l'incidenza che un neurone esercita su un altro è funzione della loro connessione che può amplificare o ridurre il segnale che li attraversa.

In funzione di quanto appena esposto, una rete neurale è costituita da un insieme molto elevato di unità collegate tra loro, ciascuna delle quali rappresenta l'equivalente di un neurone. Ogni unità riceve più input da altre unità, ed elaborando una funzione su tali input, emette un output che costituisce un segnale disponibile alle unità ad essa connesse. Alla connessione tra due unità viene associato un valore numerico identificato come peso; esso rappresenta la forza, l'intensità con la quale due unità sono collegate. L'input di una unità equivale alla somma pesata dei segnali provenienti da tutte le unità ad essa collegate; ogni input pesa sul totale a seconda della connessione sulla quale viaggia. In questo modo non avviene distinzione tra elaborazione e memorizzazione delle informazioni.

4.1 NEURONE ARTIFICIALE

Il neurone artificiale, detto nodo o unità, costituisce la schematizzazione del neurone biologico. Per ogni nodo vi possono essere numerosi input ma un solo output; in risposta ai segnali che giungono in modo simultaneo, l'unità può attivarsi o non attivarsi in funzione del valore di soglia. Ad ogni input è legato un "peso" che considera l'impatto provocato dal segnale di input. La distribuzione dei pesi sulle connessioni deriva dal fatto che alcuni input sono più importanti di altri nel modo in cui si combinano per produrre un impulso; i pesi, che quindi rappresentano la forza delle connessioni, sono coefficienti adattativi all'interno della rete. Il peso iniziale per un nodo può variare in risposta ai vari input e nel rispetto della modalità di apprendimento prevista dalla rete. Ogni input viene moltiplicato per il suo relativo peso, i prodotti vengono sommati all'interno del neurone; il valore della somma ottenuto viene confrontato con quello di soglia predefinito e di conseguenza, se risulta maggiore al valore di soglia il neurone invia un segnale, in caso contrario rimane inattivo.

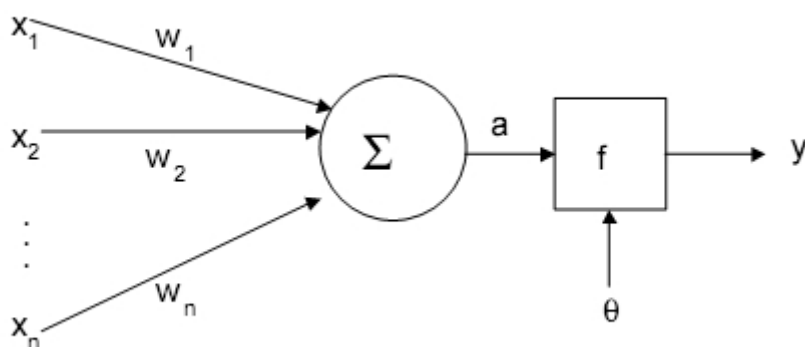
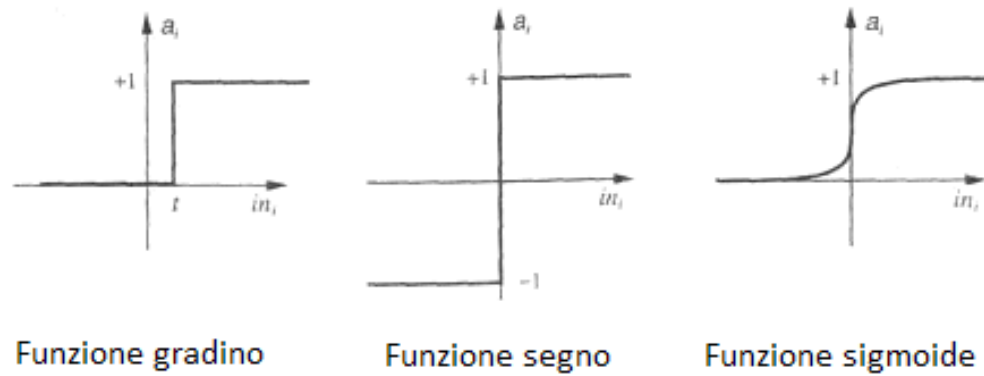


Figura 7: Neurone artificiale

Il valore dell'output del nodo è dato dall'applicazione di una funzione di trasferimento (ne esistono differenti) che ha lo scopo di bloccare l'attivazione all'interno del nodo fino al livello di soglia, oltre il quale l'unità emette un segnale di uscita. Tale funzione, generalmente, non è di tipo lineare in quanto, se lo fosse, l'output sarebbe semplicemente proporzionale all'input.

All'interno di una rete, il comportamento del neurone rispetto ad alcuni input può essere modificato poiché possono essere modificati i pesi relativi a determinati input, in questo modo avviene l'apprendimento da parte della rete che pertanto, per risultare efficiente, deve poter variare i pesi in relazione agli input e fornire un'adeguata risposta in termini di



output.

Figura 8: Alcune funzioni di attivazione

Il momento dell'apprendimento, risulta essere di fondamentale importanza: durante il "train" le informazioni acquisite vengono memorizzate dalla rete mediante l'attribuzione dei pesi che si instaurano nelle connessioni tra i neuroni. Durante questa fase, in cui i valori dei pesi devono essere attribuiti con una certa accuratezza, è inoltre importante che non vengano perse dalla rete le informazioni precedentemente acquisite e che le nuove informazioni non alterino quelle preesistenti.

4.2 APPRENDIMENTO

L'apprendimento di una rete, come già menzionato, può essere di diverse tipologie: si definisce supervisionato quando la rete dispone di coppie di valori di I/O in funzione dei quali essa può determinare i pesi da attribuire alle connessioni tra nodi, con il fine di ridurre, al di sotto di una soglia ammissibile, il valore dell'errore tra l'output atteso (quello noto) e quello calcolato. Questo tipo di apprendimento è il più indicato nel caso di funzionamento di una rete neurale con lo scopo di previsione.

L'apprendimento con rinforzo, invece, modella lo scenario in cui un agente deve imparare, attraverso un processo di prova ed errore, ad agire in modo intelligente in un ambiente dinamico. Come nel caso dell'apprendimento supervisionato, anche nell'apprendimento con rinforzo il sistema riceve un feedback dall'esterno, ma se nel primo caso esso è di tipo istruttivo, nel secondo è valutativo: nell'apprendimento supervisionato il sistema dispone dell'output corretto per ogni istanza dell'input, mentre nell'apprendimento con rinforzo la risposta fornita dal sistema viene valutata utilizzando una misura scalare come indice della sua adeguatezza [7].

Infine, l'apprendimento non supervisionato, prevede che alla rete vengano forniti esempi con unicamente i valori di input; alla ANN viene affidato il compito di comprendere, organizzare ed inquadrare gli esempi forniti definendo le relazioni e le regolarità tra gli stimoli proposti. Dopo aver estrapolato le regolarità statistiche tra gli input, la rete acquisisce la capacità di codificare le caratteristiche degli input e quindi sarà in grado di individuare regolarità nei nuovi dati.

Da un punto di vista matematico l'apprendimento di una rete neurale consiste nella ricerca del valore dei pesi per cui, la funzione data dal variazione dell'errore in base ai pesi della rete, detta dell'errore globale, raggiunga il valore di minimo assoluto. E' perciò necessario modificare il valore dei vari pesi sinaptici in relazione al set di apprendimento, rafforzando alcuni pesi ed indebolendone altri.

A valle della scelta della modalità di apprendimento più adeguata al caso affrontato, esistono numerosi algoritmi mediante i quali la rete neurale è in grado di raggiungere, durante la formazione, il valore minimo dell'errore globale medio. Nonostante l'esistenza di molteplici e differenti algoritmi di apprendimento si possono evidenziare alcune caratteristiche comuni; anzitutto i valori iniziali dei pesi sinaptici della rete vengono assegnati in modo casuale entro un ristretto campo di variazione, oppure vengono posti tutti uguali a zero. Inoltre, l'apprendimento consiste sempre nella presentazione ripetuta di una serie di vettori, detti pattern di addestramento. Nell'apprendimento supervisionato ogni pattern è composto da una coppia, il vettore d'ingresso e il vettore della risposta desiderata. Nell'apprendimento auto-organizzato invece vi sono solo i vettori d'ingresso. La modifica dei valori sinaptici della rete viene calcolata dopo ogni presentazione di un singolo pattern (apprendimento per cicli o online) oppure solo alla fine della presentazione di tutti i pattern d'addestramento (apprendimento per epoche). La nuova configurazione di valori sinaptici dopo un ciclo o epoca di addestramento, è calcolata addizionando la modifica ottenuta alla configurazione sinaptica precedente. Tutti gli algoritmi di apprendimento si occupano quindi di elaborare una nuova configurazione sinaptica a partire da quella preesistente.

Ancora, prevedendo l'apprendimento la sovrapposizione di nuove conoscenze su una base già consolidata di conoscenze precedenti, è necessario evitare che le nuove informazioni cancellino o stravolgano quanto già appreso. Per questo motivo tutti gli algoritmi consentono un apprendimento di tipo ricorsivo e graduale (ciascun pattern viene presentato più volte alla rete neurale e solo una frazione della modifica sinaptica viene effettivamente addizionata).

Infine, una volta terminata la fase di apprendimento, i pesi sinaptici vengono registrati ed è possibile studiare la risposta della rete sui vettori di test.

La capacità di apprendere, rappresenta forse l'elemento di maggior attrazione dei modelli neurali poiché ne permette l'applicazione per risolvere problemi senza dover individuare direttamente la soluzione analitica, ma semplicemente esponendo il modello neurale ad una serie di esempi [8].

4.3 ARCHITETTURA DEI COLLEGAMENTI

Tra le reti governate da un algoritmo di apprendimento di tipo supervisionato, vi sono le reti MLP (Multi Layer Perceptron). Le reti MLP, sono caratterizzate da un'architettura a più "strati": livello di input, livello di output e uno o più livelli nascosti.

Ciascun neurone del livello di input è collegato con ogni neurone del vicino livello nascosto, i cui neuroni sono, a loro volta, connessi con quelli del livello successivo che può essere un ulteriore livello nascosto oppure il livello di output. I neuroni appartenenti al medesimo livello non sono collegati tra loro.

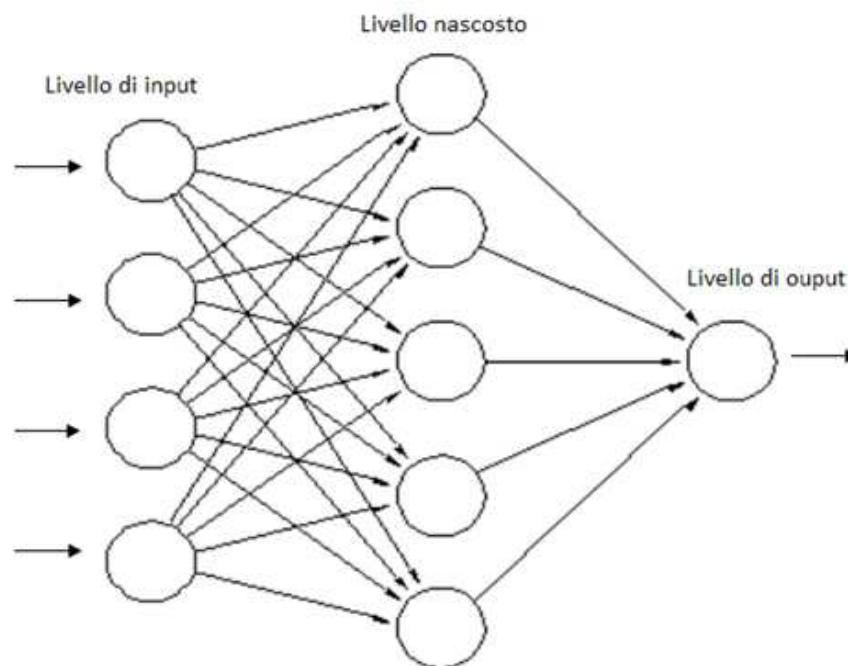


Figura 9: ANN feed-forward a tre strati

Le reti multistrato producono una risposta ottenuta calcolando l'attivazione di uno strato di neuroni alla volta procedendo gradualmente dai nodi interni verso i nodi di uscita. A loro volta le reti MLP possono presentare essere caratterizzate da differenti architetture, tra le più note vi sono le reti feed-forward (considerate per lo sviluppo del presente elaborato) e le reti back-propagation.

Questa distinzione riguarda la differente modalità di connessione tra i neuroni appartenenti al medesimo o ad un differente livello: il segnale di output di un'unità può essere trasferito come input per un altro nodo oppure essere inviato indietro ad un livello precedente o ancora costituire nuovamente un input per se stesso.

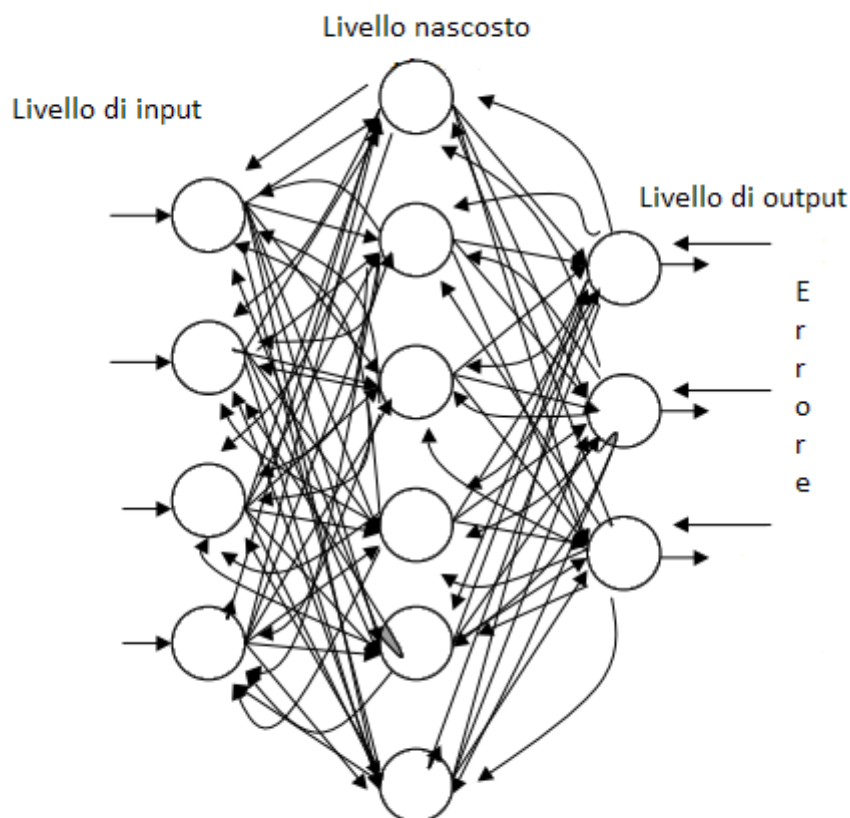


Figura 10: ANN back-propagation a tre stati

Nel caso di architettura della rete di tipo feedforward l'output emesso da ogni neurone non può costituire l'input per un'altra unità sullo stesso livello o un livello precedente.

Nell'architettura di tipo backpropagation, invece, l'output può essere inviato indietro ad un livello precedente oppure verso un'unità dello stesso livello.

4.4 SVILUPPO DELLA RETE: TRAIN, TEST, PREDICT

Il funzionamento della rete (MLF) avviene mediante tre fasi successive: nella prima la rete “impara” dai dati che le vengono forniti (fase di train); nella fase seguente essa applica le conoscenze che ha acquisito durante il train, calcolando autonomamente alcuni valori di output da confrontare con quelli noti, con il fine di verificare che l’apprendimento sia stato efficace (fase di test); nell’ultima fase la rete è in grado di prevedere valori di output a partire da nuovi valori di input (fase di predict).

L’ addestramento, della rete può essere di diverse tipologie in funzione delle informazioni e delle modalità con le quali esse vengono fornite alla rete. L’addestramento di tipo supervisionato , considerato per lo sviluppo di questa tesi, prevede che alla ANN vengano fornite delle coppie di I/O di esempio. Alla rete, inoltre, non viene esplicitato come sia possibile ricavare gli output a partire dagli input proprio perché tramite l’addestramento la ANN deve “apprendere” quale sia la giusta relazione esistente tra le coppie di valori che le sono state assegnate come esempio.

Il processo di training è formato da alcune operazioni successive. Inizialmente le connessioni vengono tarate in modo del tutto causale e l’output fornito potrebbe essere privo di senso. La rete mediante un algoritmo di apprendimento, confronta l’output elaborato con quello atteso e conseguentemente modifica i pesi attribuiti alle connessioni con il fine di minimizzare la differenza tra valore atteso e valore calcolato. Questo processo di carattere fortemente iterativo, permette di potenziare le sinapsi corrette e inibire quelle errate. Se le coppie di input/output fornite dal set di apprendimento sono tra loro indipendenti allora la rete apprenderà nozioni differenti mantenendole distinte; viceversa se le coppie di valori di addestramento dovessero risultare simili, la rete tenderà ad associare gli input e gli output medi, ignorando le differenze non significative e quindi operando una generalizzazione.

Terminato il procedimento di apprendimento, la struttura delle connessioni della rete sarà tale da ridurre al minimo la differenza tra l’output calcolato e quello atteso e,

all'inserimento di un nuovo input, permetterà alla rete di predire il valore di output corretto anche per casi non contemplati negli esempi. Non è necessario infatti, fornire come esempio un numero molto elevato di coppie di valori I/O ma è sufficiente introdurre come input i casi più significativi e rappresentativi tali da permettere alla rete di generalizzare, comprendere e successivamente elaborare una previsione. La rete, inoltre, è in grado di operare anche in presenza di dati incerti, incompleti o parzialmente non corretti e in caso di perdita di diverse unità di calcolo essa mantiene la propria funzionalità. In relazione a queste abilità, ottenute mediante l'elaborazione dell'informazione in modo parallelo tra le unità di calcolo che la costituiscono, essa assume la caratteristica di essere "tollerante al rumore" e "robusta". Essa è, infatti, in grado di continuare a dare una risposta corretta anche se alcune delle sue connessioni vengono eliminate ("lesionate") o se viene aggiunto del rumore al segnale di ingresso, ai canali di trasmissione o alla funzione di attivazione dei nodi. Questa proprietà è comune anche ai sistemi nervosi biologici, ove la capacità di apprendere e ricordare non viene alterata in modo sostanziale dalla perdita continua di neuroni. Inoltre, come nel caso dei sistemi biologici, le ANN lesionati possono essere talvolta nuovamente addestrate ad acquistare le abilità perse. Queste proprietà rappresentano un vantaggio rispetto alle modalità di funzionamento dei sistemi seriali dove la perdita di un singolo anello della catena di elaborazione comporta una caduta catastrofica dell'intero sistema.

4.5 VANTAGGI E SVANTAGGI NELL'IMPIEGO DI ANN

Tra i vantaggi principali che si riscontrano nell'utilizzo di reti neurali vi è la possibilità di svolgere calcoli e analisi riguardo ad un problema senza averne una conoscenza approfondita. La rete neurale presenta infatti, a differenza dei calcolatori tradizionali, la capacità di apprendere in modo autonomo da un complesso di esempi, le relazioni esistenti tra questi. Questo approccio definito di tipo "black box" permette, inoltre, una trattazione più completa di un determinato fenomeno rispetto a quella che si avrebbe mediante un approccio tradizionale. Infatti mentre l'adozione di quest'ultimo presenta la necessità di effettuare una semplificazione del problema, con il fine di ridurre le variabili in gioco e permettere l'elaborazione di formule analitiche che lo descrivono, l'impiego di un metodo di calcolo basato sull'apprendimento rende superflua o addirittura dannosa la riduzione del numero di valori I/O che descrivono il fenomeno.

Un ulteriore vantaggio è riscontrabile nel fatto che il funzionamento della rete neurale può avvenire anche nel caso in cui i dati forniti risultino non corretti o non completi, come spesso accade nell'analisi di casi reali. La capacità di generalizzazione, tipica delle ANN, permette infatti alla rete di adattare ogni caso trattato con altri precedentemente analizzati. Ne consegue che il calcolo eseguito da una rete neurale, anche nel caso in cui dovesse fornire valori di output non "esatti", ha un carattere fortemente affidabile in quanto "adattato" con i valori noti inizialmente forniti.

Tra gli svantaggi che si possono riscontrare nell'impiego delle reti neurali vi è il fatto che, seppur molto efficienti, i modelli prodotti dalle ANN, non sono spiegabili in un linguaggio simbolico umano; ne deriva che gli output ottenuti vanno accettati "così come sono". Infatti, mediante l'impiego di una rete neurale si consegue un risultato valido, ma non è possibile spiegare in modo preciso come tale esito sia stato generato. Parimenti, anche nel caso in cui la rete neurale dovesse presentare problemi durante l'elaborazione, non sarebbe possibile dare una spiegazione chiara e univoca a tal riguardo.

Inoltre, come per qualsiasi algoritmo di modellazione, anche le reti neurali sono efficienti solo se le variabili del set di addestramento sono scelte con cura. Non esistono teoremi o modelli che permettano di definire la rete ottimale, pertanto il buon funzionamento di una rete neurale dipende molto dall'esperienza del suo creatore.

4.6 APPLICAZIONI

L'impiego di reti neurali è molto diffuso in differenti settori; a partire dall'ambito ingegneristico i modelli matematici delle ANN sono stati adottati nel campo medico, sociologico, finanziario, industriale e in molti casi di utilità pratica come il riconoscimento della calligrafia o di immagini.

In campo ingegneristico alcune applicazioni sono state svolte nell'ambito della gestione e nel controllo impiantistico, ad esempio con il fine di provvedere alla rilevazione di malfunzionamenti [9] oppure con il fine di effettuare una diagnosi a seguito della rilevazione di un guasto (progetto sviluppato all'interno del progetto europeo "Monitoring and diagnostic system based on expert system technology, for multiphase transportation process") [10].

Sempre finalizzate al controllo e alla gestione di attuatori robotici sono state impiegate delle reti neurali nell'ambito dello sviluppo di sistemi di controllo per robot e veicoli intelligenti (ad esempio guida automatica su strada e su percorsi sterrati, mediante riconoscimento delle immagini).

Inoltre sono state sperimentate applicazioni di reti neurali che sfruttano la capacità della ANN di "eliminare il rumore"; vi sono molte applicazioni che riguardano il riconoscimento e la classificazione di oggetti marini a partire da segnali sonar ed altre che provvedono ad eliminare il rumore connesso al segnale trasmesso attraverso un canale di comunicazione.

Nell'ambito della produzione industriale alcune applicazioni sono state condotte con il fine di controllare i guasti e prevedere l'affidabilità dei componenti meccanici progettati ed impiegati [11]. Un'ulteriore applicazione è stata condotta con il fine di ottimizzare il processo produttivo, in particolare essa riguarda la possibilità di effettuare una previsione dei difetti di produzione di lastre in acciaio inox [12].

Altre applicazioni riguardano l'analisi di immagini mediante le ANN, il cui sviluppo ha permesso utilizzi come il riconoscimento, da parte della rete, del sesso di un individuo a partire dall'immagine del suo volto [13] e ancora, la possibilità di riconoscere i caratteri manoscritti (Optical Character Recognition o OCR) per elaborarli tramite un data entry (Avon)[6].

Presso l'Ospedale Militare di Medicina Legale di Verona sono stati condotti diversi studi di tipo medico e sociologico mediante l'utilizzo di reti neurali. Se ne citano alcuni [10]: "Applicazione delle reti neurali artificiali ai disturbi del comportamento alimentare", "Neoplasie:differenziazione tra benigne e maligne", "Orientamento e dispersione scolastica: la ANN come supporto all'azione formativa". Inoltre, nell'ambito ortodontico, in Italia, è stata recentemente sviluppata una rete neurale in grado di affiancare il clinico nella sua scelta diagnostico terapeutica (software Sibilla, Medical Neural Engineering , Milano).

Infine, le ANN costituiscono uno strumento dalle elevate potenzialità utilizzato per previsioni finanziarie, valutazioni dei rischi in investimenti e prestiti e analisi del mercato borsistico.

5. SELEZIONE DEGLI INPUT MEDIANTE ANALISI di SENSITIVITA'

In questo lavoro, come introdotto precedentemente, l'utilizzo delle reti neurali è stato adottato per effettuare la stima dei fabbisogni termici dell'edificio. La ANN, come visto nel capitolo antecedente, per poter effettuare un efficace apprendimento, necessita di un set di esempio di valori opportunamente scelti. L'apprendimento della rete adottata, per lo svolgimento del presente elaborato, è di tipo supervisionato pertanto, i valori forniti alla rete come esempio da cui apprendere, sono costituiti del tipo input/output.

La scelta delle coppie di valori da assegnare alla rete come esempio per la fase di apprendimento, è stata effettuata mediante un'analisi di sensitività. Questa è stata condotta a partire da un caso reale elaborato mediante il software Cened+ (Cestec), strumento adottato dalla Regione Lombardia per la redazione dell'Attestato di Certificazione Energetica degli edifici.

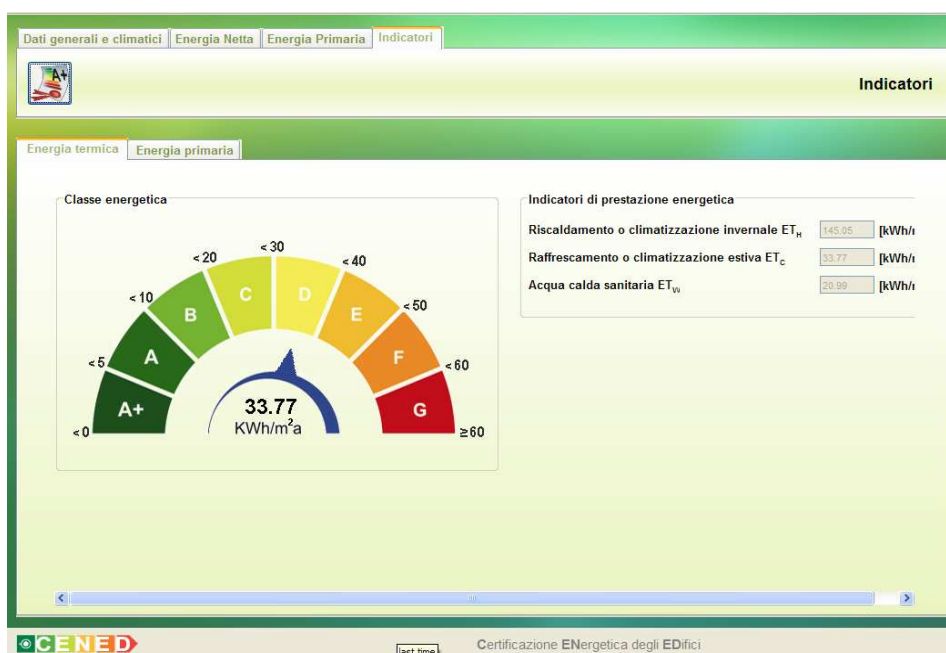


Figura 11: Fabbisogno di energia termica, fonte Cened+

Disponendo di un caso noto al quale riferirsi, l'analisi di sensitività è stata svolta alterando singolarmente e successivamente tutti i parametri di input inseriti nel software di calcolo Cened+, con il fine di verificare, direttamente al livello di output, le variazioni ottenute.

Tutti i principali input sono stati mutati: i parametri di tipo numerico hanno subito, rispettivamente, un incremento e un decremento pari al 30% del loro valore. Gli input non numerici, invece, sono stati variati in funzione delle diverse opzioni di scelta concesse dal software di calcolo. Ad ogni modifica effettuata su ciascun parametro, sono stati registrati tutti gli output, riguardanti l'energia termica, forniti dall'elaborazione del calcolo di Cened+. A partire da questi ultimi è stato effettuato uno studio, che mettesse in evidenza i parametri, la cui perturbazione, provocasse gli effetti maggiori in termini di alterazione dei valori finali. Mediante l'analisi di sensitività, perciò, sono stati individuati i parametri più influenti in assoluto, con il fine di identificare gli input da assegnare alla rete.

La tabella che segue mostra il processo eseguito, sopra descritto, per realizzare l'analisi di sensitività. Tra gli allegati al presente lavoro è riportata l'analisi sensitiva completa (allegato n°1).

CASO	GG	Altezza media	Intonaco	Isolamento	Parete EsteANN	Pavimento	Area tot.
		m					m ²
sub.706	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	258,69
variaz 1	2640	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	258,69
variaz 2	2189	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	258,69
variaz 3	2404	3,861	malta	interno	medie	piastrelle	258,69
variaz 4	2404	2,079	malta	interno	medie	piastrelle	258,69
variaz 5	2404	2,97	gesso	interno	medie	piastrelle	258,69
variaz 6	2404	2,97	malta	assente/esterno	medie	piastrelle	258,69
variaz 7	2404	2,97	malta	interno	leggere/blocchi	piastrelle	258,69
variaz 8	2404	2,97	malta	interno	medie/blocchi	piastrelle	258,69
variaz 9	2404	2,97	malta	interno	pesanti	piastrelle	258,69
variaz 10	2404	2,97	malta	interno	medie	tessile	258,69
variaz 11	2404	2,97	malta	interno	medie	legno	258,69
variaz 12	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	336,297
variaz 13	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	181,083

Tabella 1: Analisi di sensitività

La scelta degli input più influenti è stata svolta mediante un confronto tra gli output resi in seguito all'alterazione dei singoli parametri e gli output noti, registrando lo scostamento percentuale dei valori finali rispetto a quelli iniziali. L'analisi di sensitività è stata condotta in modo separato per ognuno degli indicatori di prestazione energetica presi in esame. In seguito, si è determinato un numero limitato di parametri comuni, con influenza non trascurabile, con il fine di stabilire una quantità modesta di input da attribuire alla rete per il calcolo. La tabella che segue, mostra il processo svolto, appena descritto; l'analisi completa è riportata negli allegati al presente elaborato (allegato n°2).

CASO	INDICATORI			VARIAZIONI DEGLI INDICATORI %		
	ETh	ETc	ETw	ETh	ETc	ETw
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²
sub.706	143,38	37,12	20,99			
variaz 1	152,44	7,04	20,99	6,32%	-81,03%	0,00%
variaz 2	118,56	28,51	20,99	-17,31%	-23,20%	0,00%
variaz 3	143,38	37,12	20,99	0,00%	0,00%	0,00%
variaz 4	143,38	37,12	20,99	0,00%	0,00%	0,00%
variaz 5	144,49	38,55	20,99	0,77%	3,85%	0,00%
variaz 6	142,63	36,18	20,99	-0,52%	-2,53%	0,00%
variaz 7	143,38	37,12	20,99	0,00%	0,00%	0,00%
variaz 8	143,38	37,12	20,99	0,00%	0,00%	0,00%
variaz 9	143,38	37,12	20,99	0,00%	0,00%	0,00%
variaz 10	144,07	38	20,99	0,48%	2,37%	0,00%

Tabella 2: Variazione percentuale indicatori prestazione energetica

L'analisi di sensitività, come precedentemente menzionato, è stata condotta in modo distinto per ciascuno degli indicatori di prestazione energetica; pertanto, sono stati individuati separatamente i parametri più influenti nella definizione di fabbisogno di energia termica per il riscaldamento o climatizzazione invernale ET_H , fabbisogno di energia termica per il raffrescamento o climatizzazione estiva ET_C ed il fabbisogno di energia termica relativo alla produzione di acqua sanitaria ET_w .

Indicatori di prestazione energetica		
Riscaldamento o climatizzazione invernale ET_H	240.56	[kWh/m ²]
Raffrescamento o climatizzazione estiva ET_C	25.59	[kWh/m ²]
Acqua calda sanitaria ET_w	19.99	[kWh/m ²]

Figura 12: Indici di prestazione energetica, fonte Cened+

L'analisi di sensitività, inoltre, è stata svolta in maniera distinta per gli input di tipo numerico e per i parametri di tipo non numerico. Si riportano di seguito i grafici all'interno dei quali sono esplicitate le influenze identificate per i differenti termini di input. Per semplificare la lettura dei dati, ad ogni parametro alterato è stato attribuito un numero progressivo identificativo, l'elenco completo dei parametri è riportato tra gli allegati al presente lavoro (allegato n°3).

5.1 ESITO ANALISI SENSITIVITA': ETH

Il grafico che segue mostra , in termini di variazione percentuale del valore finale di ETH, l'influenza assunta dai parametri numerici di input, maggiorati o ridotti del 30%. Ad ogni input variato, corrispondono due variazioni in termini di output, corrispondenti al valore amplificato e ridotto.

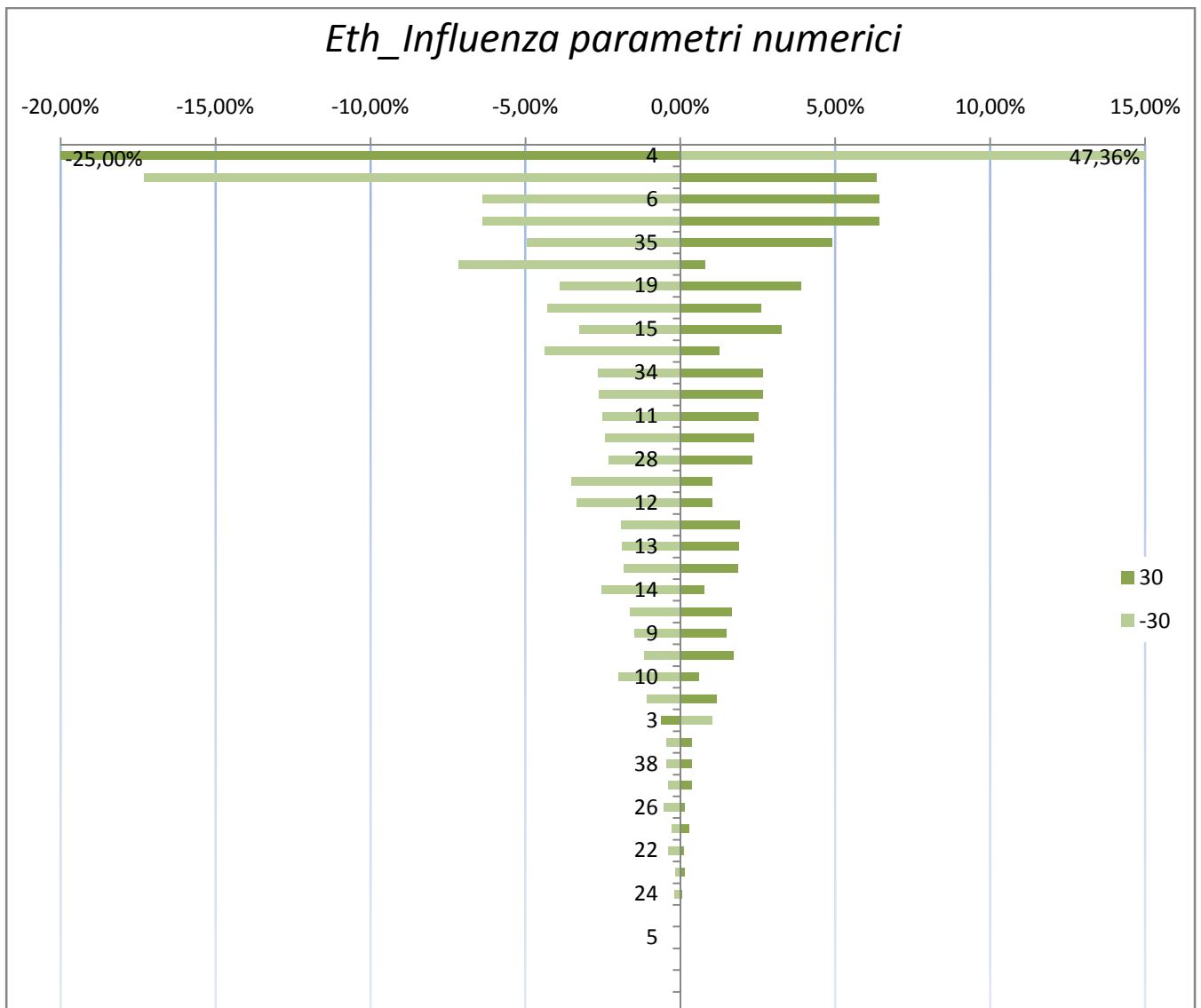


Tabella 3: Grafico di influenza dei parametri numerici su Eth

Il grafico sottostante mostra, in termini di variazione percentuale del valore finale di ETh, l'influenza assunta dai parametri di tipo non numerico, modificati secondo le diverse opzioni fornite dal software di calcolo Cened+. Ogni possibile scelta fornita dal software di calcolo è stata considerata come un singolo input, in modo da verificarne puntualmente l'influenza: per alcuni parametri è emerso che la loro variazione non comportasse considerevoli alterazioni di output (come si evince dai risultati completi dell'analisi di sensitività allegati al presente lavoro, allegato n°2).

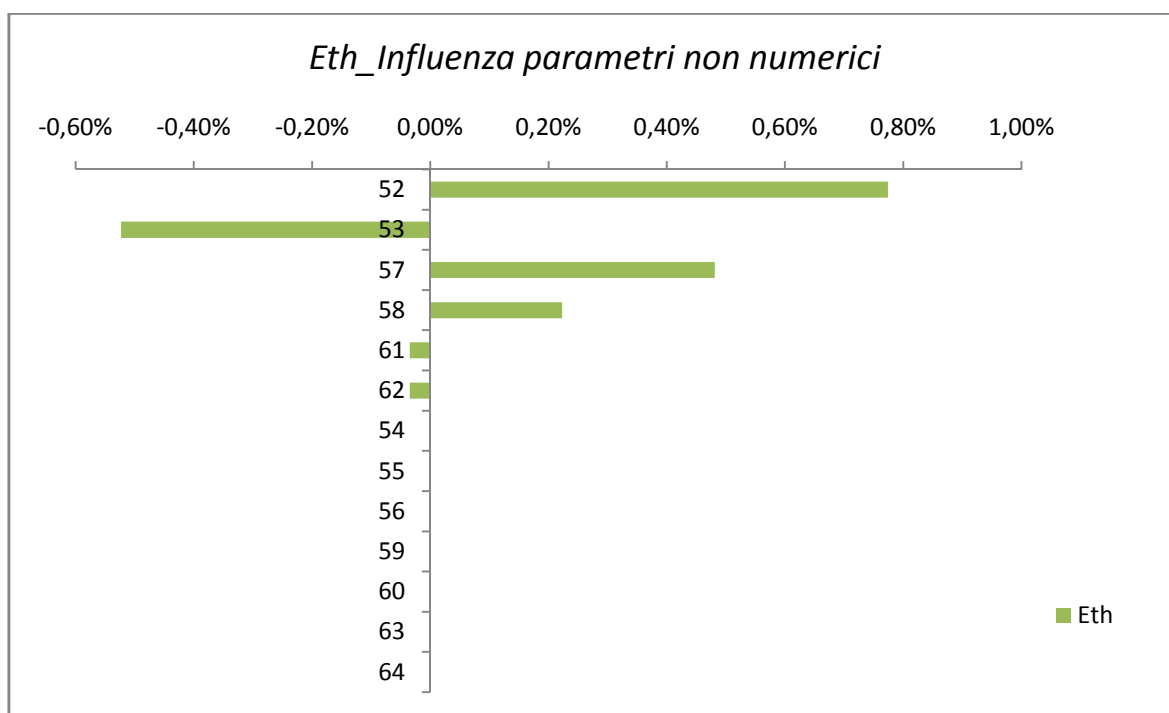


Tabella 4: Grafico influenza parametri non numerici su Eth

Il grafico seguente mostra la variazione assoluta in termini di valore finale di ETh, considerando l'alterazione di tutti i parametri, numerici e non. Calcolando il "delta" intercorrente tra il valore assunto dagli output in corrispondenza di ogni variazione è stato possibile confrontare la diversa tipologia di input. Per i termini di tipo numerico il delta è stato calcolato tra il valore massimo e minimo assunto dall'output in funzione dell'incremento e decremento imposto al valore di partenza mentre, per i parametri non numerici, il delta è stato calcolato come differenza tra valore assunto in seguito alla modifica dell'input e il valore di riferimento del caso noto.

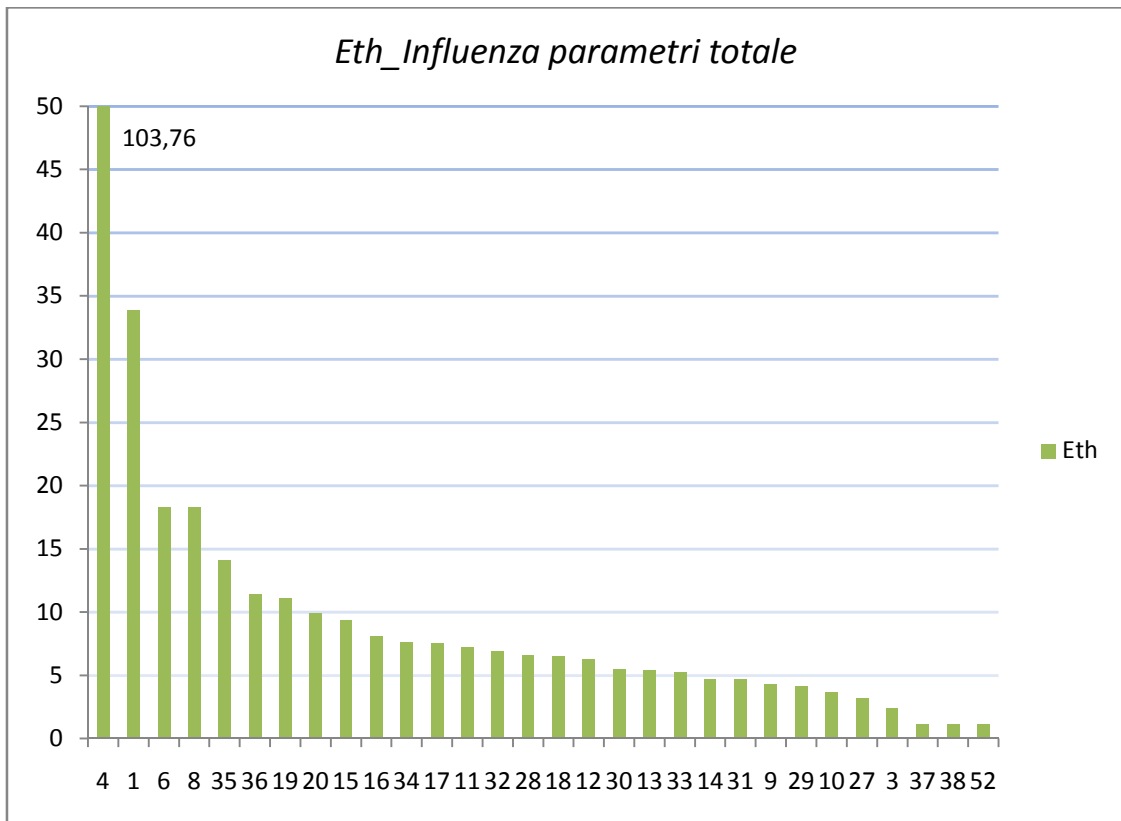


Tabella 5: Grafico influenza parametri su Eth

Nella seguente tabella si riassumono i risultati ottenuti (l'allegato n°3 riportata l'elenco completo dei parametri e del corrispondente numero progressivo identificativo).

Eth			
PROGR.	Parametro	Δ	UM
4	Sup.Utile	103,76	m ²
1	GG	33,88	-
6	Vol.Netto	18,33	m ³
8	Ricambi orari	18,33	h ⁻¹
35	Sup.vs vano scale	14,09	m ²
36	U.vs vano scale	11,41	W/m ² K
19	Sup.H_involucro	11,13	m ²
20	U.H_involucro	9,9	W/m ² K
15	Sup.SE_involucro	9,37	m ²
16	U.SE_involucro	8,08	W/m ² K
34	U.SO_finestra	7,61	W/m ² K
17	Sup.SO_involucro	7,57	m ²
11	Sup.O_involucro	7,24	m ²

32	U.SE_finestra	6,88	W/m ² K
28	U.S_finestra	6,61	W/m ² K
18	U.SO_involucro	6,55	W/m ² K
12	U.O_involucro	6,29	W/m ² K
30	U.E_finestra	5,5	W/m ² K
13	Sup.E_involucro	5,44	m ²
33	Sup.SO_finestra	5,28	m ²
14	U.E_involucro	4,73	W/m ² K
31	Sup.SE_finestra	4,73	m ²
9	Sup.S_involucro	4,28	m ²
29	Sup.E_finestra	4,14	m ²
10	U.S_involucro	3,71	W/m ² K
27	Sup.S_finestra	3,21	m ²
3	Area tot.	2,38	m ²
37	Sup.porta ingresso	1,17	m ²
38	U.porta ingresso	1,17	W/m ² K
52	Intonaco	1,11	-
25	Sup.SO_sottofinestra	1,09	m ²
26	U.SO_sottofinestra	0,99	W/m ² K
21	Sup.E_sottofinestra	0,81	m ²
53	Isolamento	0,75	-
22	U.E_sottofinestra	0,7	W/m ² K
57	Pavimento	0,69	-
23	Sup.SE_sottofinestra	0,42	m ²
24	U.SE_sottofinestra	0,36	W/m ² K
58	Pavimento	0,32	-
61	Attività	0,05	-
62	Attività	0,05	-

Tabella 6: Parametri maggiormente influenti sul valore di Eth

L'analisi di sensitività condotta sui parametri che influenzano il valore finale del fabbisogno di energia termica per il riscaldamento o climatizzazione invernale ETh, come si evince dalla tabella soprastante, ha messo in evidenza gli input maggiormente influenti che risultano essere : la superficie utile, i gradi giorno, il volume netto, i ricambi orari, la superficie e la trasmittanza degli elementi disperdenti, i parametri finalizzati alla definizione della capacità termica areica e la tipologia di attività svolta.

5.2 ESITO ANALISI SENSITIVITA': ETC

L'analisi di sensitività è stata condotta, nei confronti dell'output termico riguardante il fabbisogno di energia termica per il raffrescamento o climatizzazione estiva ETC, in modo analogo a quanto appena esposto per il l'indicatore di prestazione energetica ETh.

Il grafico che segue mostra , in termini di variazione percentuale del valore finale di ETC, l'influenza assunta dai parametri numerici di input,rispettivamente incrementati e ridotti del 30% del loro valore iniziale.

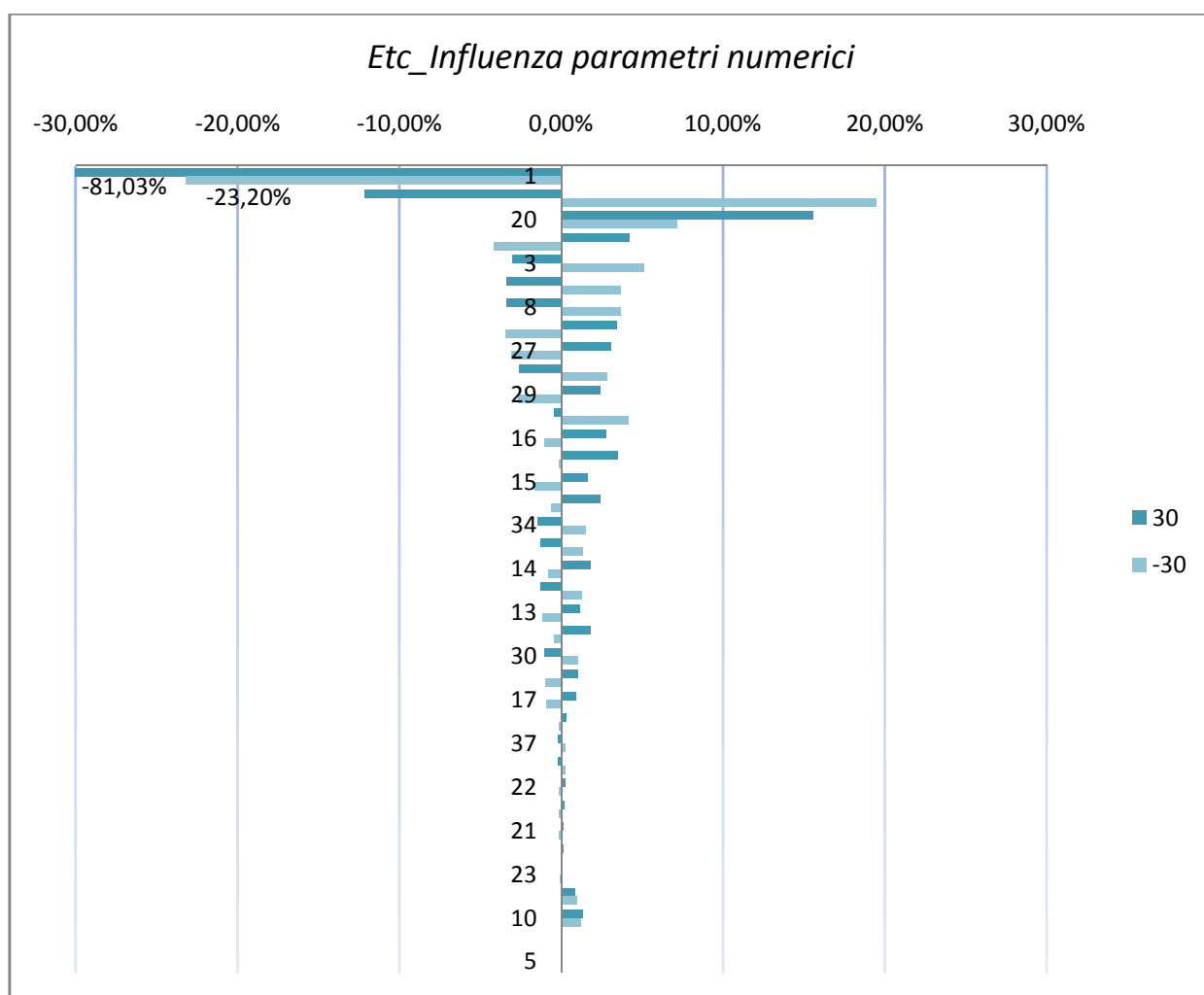


Tabella 7: Grafico influenza parametri numerici su Etc

Il grafico sottostante mostra, in termini di variazione percentuale del valore finale di Etc, l'influenza assunta dai parametri di tipo non numerico, modificati secondo le diverse opzioni fornite dal software di calcolo Cened+.

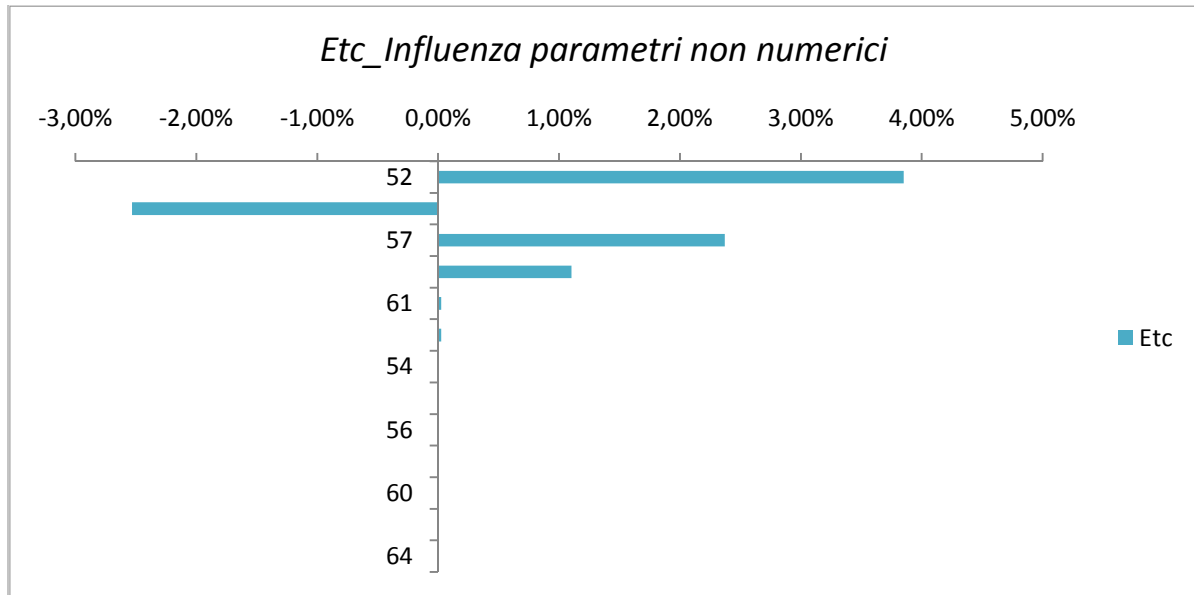


Tabella 8: Grafico influenza parametri non numerici su Etc

Infine, nel grafico che segue, è mostrata la variazione assoluta in termini di valore finale di Etc, considerando l'influenza assunta da tutti i parametri alterati, numerici e non.

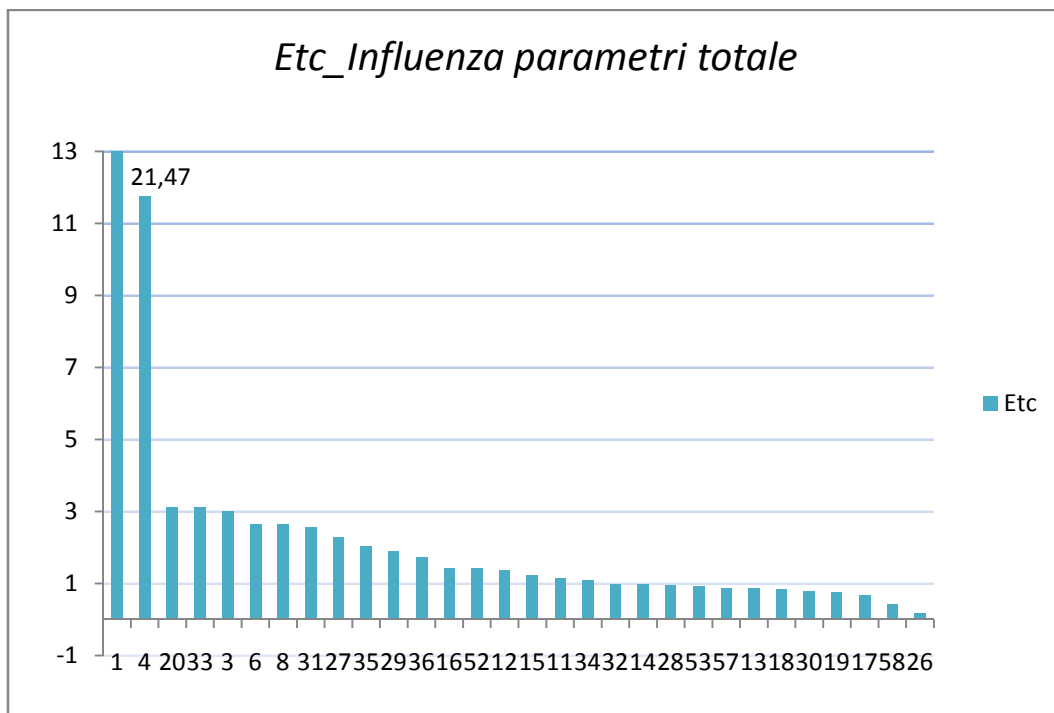


Tabella 9: Grafico influenza parametri su Etc

Nella tabella sottostante vengono riassunti i risultati ottenuti (l'allegato n° 3 riportata l'elenco completo dei parametri e del corrispondente numero progressivo identificativo).

Etc			
PROGR.	Parametro	Δ	UM
1	GG	21,47	-
4	Sup.Utile	11,75	m ²
20	U.H_involucro	3,13	W/m ² K
33	Sup.SO_finestra	3,13	m ²
3	Area tot.	3,02	m ²
6	Vol.Netto	2,64	m ³
8	Ricambi orari	2,64	h ⁻¹
31	Sup.SE_finestra	2,57	m ²
27	Sup.S_finestra	2,29	m ²
35	Sup.vs vano scale	2,03	m ²
29	Sup.E_finestra	1,89	m ²
36	U.vs vano scale	1,72	W/m ² K
16	U.SE_involucro	1,43	W/m ² K
52	Intonaco	1,43	-
12	U.O_involucro	1,38	W/m ² K
15	Sup.SE_involucro	1,22	m ²
11	Sup.O_involucro	1,14	m ²
34	U.SO_finestra	1,1	W/m ² K
32	U.SE_finestra	0,99	W/m ² K
14	U.E_involucro	0,98	W/m ² K
28	U.S_finestra	0,95	W/m ² K
53	Isolamento	0,94	-
57	Pavimento	0,88	-
13	Sup.E_involucro	0,86	m ²
18	U.SO_involucro	0,83	W/m ² K
30	U.E_finestra	0,79	W/m ² K
19	Sup.H_involucro	0,76	m ²
17	Sup.SO_involucro	0,68	m ²

58	Pavimento	0,41	-
26	U.SO_sottofinestra	0,17	W/m ² K
37	Sup.porta ingresso	0,17	m ²
38	U.porta ingresso	0,17	W/m ² K
22	U.E_sottofinestra	0,15	W/m ² K
25	Sup.SO_sottofinestra	0,14	m ²
21	Sup.E_sottofinestra	0,12	m ²
24	U.SE_sottofinestra	0,07	W/m ² K
23	Sup.SE_sottofinestra	0,06	m ²
9	Sup.S_involucro	0,05	m ²
10	U.S_involucro	0,04	W/m ² K
61	Attività	0,01	-
62	Attività	0,01	-

Tabella 10: Parametri maggiormente influenti sul valore di Etc

L'analisi di sensitività condotta sui parametri che influenzano il valore finale del fabbisogno di energia termica per il raffrescamento o climatizzazione estiva ETC, come si evince dalla tabella soprastante, ha messo in evidenza gli input maggiormente influenti che risultano essere: i gradi giorno, la superficie utile, il volume netto, i ricambi orari, la superficie e la trasmittanza degli elementi disperdenti, i parametri finalizzati alla definizione della capacità termica areica e la tipologia di attività svolta.

Si può notare che in questo caso i parametri più influenti nella determinazione del valore di output risultino i medesimi del caso precedentemente affrontato, anche se l'importanza assunta dai singoli input si presenta differente nei due casi. Questo è dovuto al fatto che entrambe gli output dipendono strettamente dalle caratteristiche dell'edificio (localizzazione, proprietà involucro, ventilazione) ma nel caso estivo ed invernale le diverse modalità di trasmissione dell'energia termica assumono una diversa rilevanza.

5.3 ESITO ANALISI SENSITIVITA': ETw

Dall'analisi di sensitività effettuata per stabilire i parametri più influenti nella determinazione del valore del fabbisogno di energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria ETw, è emerso che l'output in esame è unicamente dipendente dall'input che definisce la superficie utile. Infatti, come descritto dalla procedura di calcolo della Regione Lombardia per la certificazione energetica a cui fa riferimento il software Cened+ [4], si evince che per il caso di destinazione d'uso residenziale, trattato in questa tesi, il valore di energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria viene determinato unicamente in riferimento ai m² di superficie utile dell'unità residenziale (fonte: prospetto XXXI della procedura di calcolo della Regione Lombardia).

Il grafico che segue, mostra quanto appena enunciato. Si riportata la percentuale di variazione del valore finale di ETw in funzione dell'incremento e del decremento percentuale dell'input corrispondente alla superficie utile.

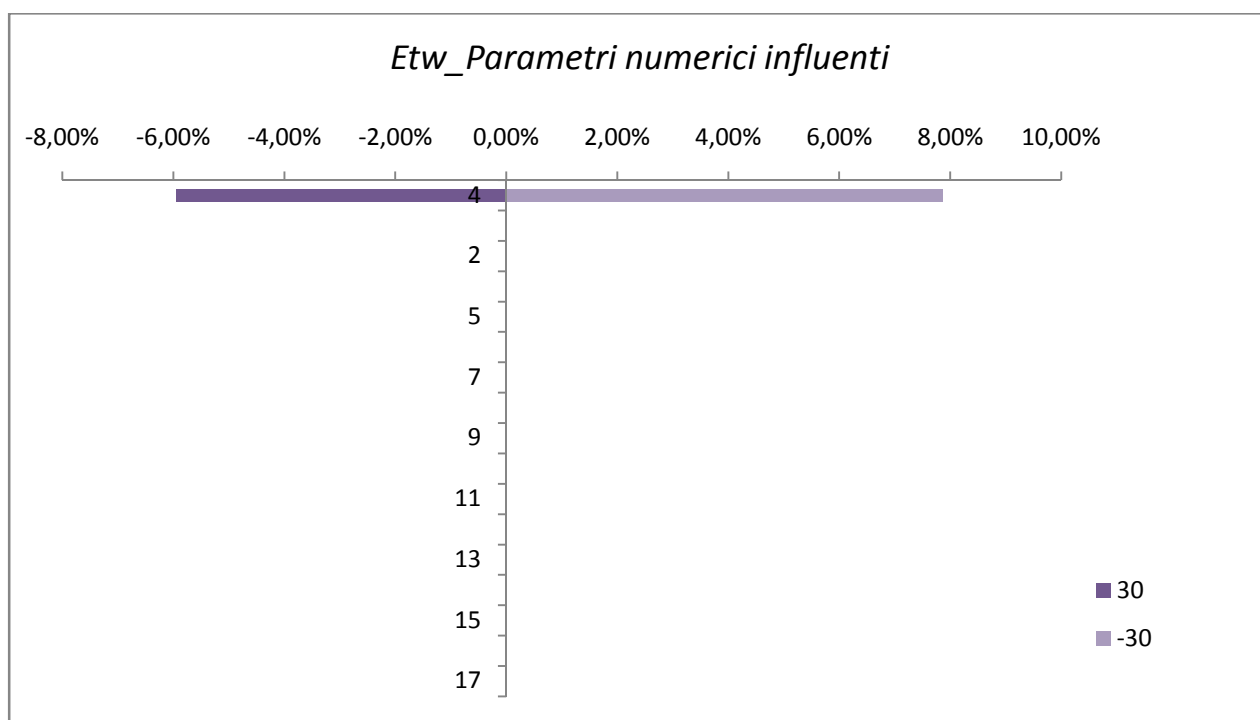


Tabella 11: Grafico parametri numerici influenti su Etw

Per completezza si riportano, di seguito, anche il grafico e la tabella di riepilogo dei risultati ottenuti mediante l'analisi di sensitività.

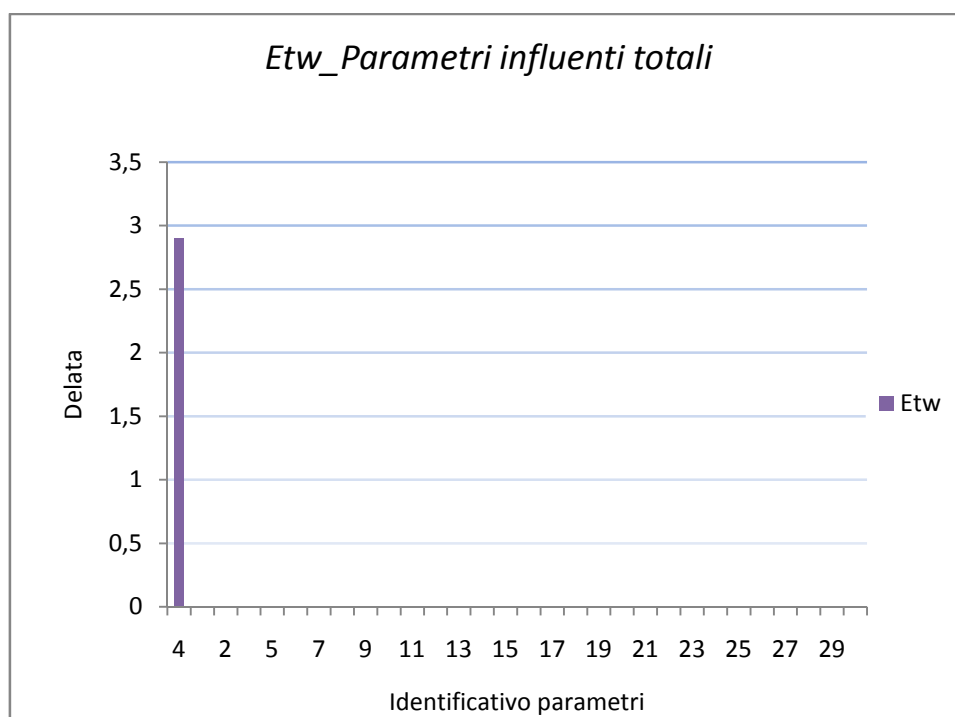


Tabella 12: Grafico parametri influenti su Etw

Come già anticipato, l'unico parametro che manifesta un' influenza non nulla nei confronti del valore dell'indicatore ETw, è l'input riguardante la superficie utile dell'alloggio preso in esame (come mostra la tabella sottostante).

Etw			
PROGR.	Parametro	Δ	UM
4	Sup.Utile	2,9	m ²

Tabella 13: Parametri maggiormente influenti su Etw

5.4 ANALISI COMPLESSIVA DEI RISULTATI

Terminata l'analisi di sensitività, è stato possibile determinare l'influenza di ogni parametro sui singoli indicatori di energia termica. Con il fine di definire un insieme omogeneo di input, in funzione del quale costruire il database di valori I/O, da fornire alla rete per la fase di addestramento, sono stati definiti i parametri riportati nella tabella sottostante (l'elenco completo è contenuto nell'allegato n°3 al presente lavoro).

Energia Termica		
Parametri Influenti (ordine di influenza)		
Progr.	Parametro	UM
4	Sup.Utile	m ²
1	GG	-
6	Vol.Netto	m ³
8	Ricambi orari	h ⁻¹
35	Sup.vs vano scale	m ²
36	U.vs vano scale	W/m ² K
19	Sup.H_involucro	m ²
20	U.H_involucro	W/m ² K
15	Sup.SE_involucro	m ²
16	U.SE_involucro	W/m ² K
34	U.SO_finestra	W/m ² K
17	Sup.SO_involucro	m ²
11	Sup.O_involucro	m ²
32	U.SE_finestra	W/m ² K
28	U.S_finestra	W/m ² K
18	U.SO_involucro	W/m ² K
12	U.O_involucro	W/m ² K
30	U.E_finestra	W/m ² K
13	Sup.E_involucro	m ²
33	Sup.SO_finestra	m ²
14	U.E_involucro	W/m ² K
31	Sup.SE_finestra	m ²
9	Sup.S_involucro	m ²
29	Sup.E_finestra	m ²
10	U.S_involucro	W/m ² K

27	Sup.S_finestra	m ²
3	Area tot.	m ²
37	Sup.porta ingresso	m ²
38	U.porta ingresso	W/m ² K
52	Intonaco	-
53	Isolamento	-
57	Pavimento	-
58	Pavimento	-
26	U.SO_sottofinestra	W/m ² K

Tabella 14: Parametri maggiormente influenti nella definizione degli indicatori di prestazione energetica

Con il fine di ridurre ulteriormente gli input della rete sono state fatte alcune semplificazioni; come si evince dalla tabella sopra riportata, i valori di superficie e trasmittanza degli elementi disperdenti ricoprono un ruolo piuttosto influente nella definizione degli indicatori di energia termica. Per questo motivo, e con il fine di ridurre il numero dei parametri del set di esempio, è stata calcolata la media di tutte le superfici dell'involucro, pesata in funzione dell'orientamento (fonte UNI 7357).

Un'ulteriore semplificazione adottata, è stata quella di escludere alcuni input che, seppure aventi un'influenza non trascurabile, hanno mostrato assumere valore costante nei casi reali affrontati. Si è riscontrato infatti che, analizzando casi con destinazione d'uso residenziale, alcuni parametri utili a definire i carichi di ventilazione (come tipologia di ventilazione e numero di ricambi ora) e i carichi latenti (quali, tipo di attività svolta e fattore di presenza medio giornaliera), assumono un valore che rimane invariato per tutti i casi reali esaminati. La tipologia di ventilazione infatti, è stata osservata sempre di tipo "naturale, areazione ed infiltrazione" e il numero di ricambi ora pari a 0,5 h⁻¹ (valore proposto dal software Cened+ per edifici esistenti); la tipologia di attività svolta si è notato sempre identificata con "seduto/attività leggera" ed infine, il fattore di presenza medio giornaliera è stato accertato sempre pari a 1 (valore proposto dal software di calcolo Cened+ per destinazione d'uso residenziale).

Nella lettura dei risultati ottenuti è doveroso porre alcune specificazioni. Nell'analisi di sensitività non sono stati variati i parametri relativi agli aggetti di tipo verticale ed orizzontale; inoltre non sono state registrate le influenze dovute all'alterazione dei valori riferiti ad eventuali ombreggiamenti dovuti ad edifici vicini al fabbricato in analisi. Un ulteriore parametro non preso in esame nell'analisi di sensitività, riguarda il colore della finitura superficiale dell'involucro. Nonostante l'importanza di questo input si sia rivelata, a posteriori, non trascurabile, si è notato come in tutti i casi reali presi in esame ad essa fosse sempre attribuito il valore "medio". Pertanto, risultando avente carattere costante, si è ritenuto corretto il mancato inserimento di tale parametro tra gli input del set di esempio.

In funzione dei risultati ottenuti mediante l'analisi di sensitività e a seguito delle semplificazioni sopra citate, è stato possibile costruire un database contenente unicamente gli input influenti e i relativi output, in termini di indicatori energetici. Il DB è stato incrementato mediante l'inserimento di nuovi casi reali e diverse alterazioni di questi, in modo da fornire alla rete un numero sufficiente di esempi dal quale apprendere il legame esistente tra I/O. La tabella che segue mostra un estratto del database creato con le modalità appena descritte.

CASO	GG	Intonaco	Isolamento	Pavimento	Area tot.	Sup.Utile	V. Netto	Sup. tot. Opaca	U tot. Opaca	Sup.tot. H Opaca	U tot. H Opaca	Sup. tot. Trasp.	U tot. Trasp.	Sup. tot. su Scale	U tot. su Scale	Eth	Etc	Etw
					m ²	m ²	m ³	m ²	W/m ² K	m ²	W/m ² K	m ²	W/m ² K	m ²	W/m ² K	m ²	W/m ² K	kWh/m ²
fusaro	2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	30	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	279,86	8,85	22,64
bonelli	2359	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	96,89	9,72	22,21
brambilla	2545	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	108,7	17,33	17,74
brambilla	2557	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	106,84	18,74	17,74
calissano	2469	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	25	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	266,77	29,80	22,64
calissano	2549	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	30	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	210,16	30,43	22,64
candiani	3419	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	45,12	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	264,6	1,17	22,64
elisha	3029	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	183,74	0,19	22,64
fumagalli	2388	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	135,29	17,87	22,21
massa	2404	malta	assente/esterno	piastrelle	222,9	58,02	162,46	45,49	1,68	0	0	8,02	3,82	9,2	2,11	104,44	54,16	22,05
paoletti	2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	280,54	84	256,2	90,19	1,87	100,7	1,65	14,58	2,28	42,9	1,66	240,56	25,59	19,99
pigni	2652	malta	assente/esterno	piastrelle	333,82	99,09	248,51	85,1	1,56	0	0	32,97	2,51	0	0	96,98	29,2	19,23
poio	2404	malta	assente/esterno	piastrelle	179,31	40,55	125,69	24,1	2,03	0	0	6,5	2,90	0	0,00	103,74	24,07	22,64
pola	2404	gesso	assente/esterno	legno	160,2	44,33	118,92	46,6	1,64	0	0	7,05	3,51	0	0,00	107,65	39,15	22,64
sciama	2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	221,06	61,77	174,35	31,09	1,82	17,1	1,7	8,56	2,70	24,1	1,35	93,03	26,3	21,49
varengo	2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	369,03	120,45	349,29	107,05	1,30	0	0	36,65	3,81	29,4	1,18	103,2	49,79	18,36
vastalegna	2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	207,73	57,73	170,3	34,6	2,23	0	0	6,77	3,81	21,2	2,11	123,7	40,53	21,84

Tabella 15: Database con input e output del set di addestramento della rete neurale artificiale

6. SVILUPPO DELLA RETE NEURALE ARTIFICIALE

L'elaborazione e il calcolo dei dati raccolti, sono stati svolti mediante l' utilizzo del software Neural Tools (proprietà di Palisade) che consiste in uno strumento integrativo del foglio elettronico di calcolo Excel (proprietà di Microsoft). A partire dai dati ordinati in un foglio di calcolo, l'applicazione prende in considerazione gli input e gli output elaborandoli in modo autonomo fino a fornire una previsione. Simultaneamente l'applicazione produce un "report" all'interno del quale vengono riportate le informazioni riguardanti il processo effettuato dalla ANN. Il software Neural Tools, inoltre, presenta la peculiarità di permettere alla rete di svolgere contemporaneamente le tre distinte fasi di test, train e predict riducendo i tempi elaborazione e di calcolo.

Lo sviluppo delle reti neurali è stato condotto in modo distinto per ognuno degli output di prestazione energetica oggetto dell'analisi di sensitività, sopra illustrata.

6.1 ESITO ELABORAZIONE RETE NEURALE: ETH

La tabella che segue mostra i valori forniti alla rete nella fase di definizione si set di esempio. In tutte le colonne, ad eccezione dell'ultima, sono stati collocati molteplici esempi dei parametri di input individuati con l'analisi di sensitività.

GG	Intonaco	Isolamento	Pavimento	Area tot.	Sup. Utile	Vol. Netto	sup TOT opaca	U TOT opaca	Sup.tot H opaca	U tot H opaca	sup TOT trasp	U TOT trasp	Sup. TOT su scale	U tot su scale	Eth
2404	gesso	sente/estern	piastrelle	204	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	145,256
2359	gesso	sente/estern	piastrelle	204	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	125,84
3419	gesso	sente/estern	piastrelle	204	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	208,67
2404	malta	sente/estern	piastrelle	204	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	144,36
2404	gesso	interno	piastrelle	204	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	144,67
2404	gesso	sente/estern	tessile	204	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	144,59
2404	gesso	sente/estern	legno	204	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	144,52
2404	gesso	sente/estern	piastrelle	250	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	144,36
2404	gesso	sente/estern	piastrelle	150	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	144,7
2404	gesso	sente/estern	piastrelle	204	65	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	118,95
2404	gesso	sente/estern	piastrelle	204	45	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	179,68
2404	gesso	sente/estern	piastrelle	204	54,72	85	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	145,85
2404	gesso	sente/estern	piastrelle	204	54,72	65	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	141,95
2404	gesso	sente/estern	legno	204	54,72	77,93	41,82	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	155,95
2404	gesso	sente/estern	legno	204	54,72	77,93	57,52	1,33	40	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	154,31
2404	gesso	sente/estern	legno	204	54,72	77,93	57,52	1,33	20	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	119,91

Tabella 16: Set di addestramento per rete neurale Eth

Una volta definito il set di esempio, la rete provvede ad elaborare i dati tramite i processi di train, test e predict. Infine il software, mediante la creazione di quattro nuove colonne, fornisce i risultati dello sviluppo effettuato. Nella prima colonna è riportata la tipologia di elaborazione fatta sugli I/O forniti, se questo è un “test” o una “prediction” nella seconda colonna viene riportato il risultato del processo. In tutti i casi in cui la rete abbia svolto un “test”, nella terza colonna ne viene fornita una valutazione (good/bad), assegnata in funzione del contenuto dell’ultima colonna che riporta il valore dello scostamento, in termini assoluti, tra l’output calcolato e il suo valore noto. Se lo scostamento percentuale tra i due valori è inferiore del 30% la rete riconosce come “good” il processo svolto.

GG	Intonaco	Isolamento	Pavimento	Area tot.	Sup. Utile	Vol. Netto	sup TOT opaca	U TOT opaca	Sup.tot H opaca	U tot H opaca	sup TOT trasp	U TOT trasp	Sup. TOT su scale	U tot su scale	Eth	Tag Used	Prediction	Good/Bad	Residual
2404	gesso	sente/estern	piastrelle	204	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	145,256	predict	145,26		
2359	gesso	sente/estern	piastrelle	204	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	125,84	test	144,52	Good	-18,68
3419	gesso	sente/estern	piastrelle	204	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	208,67	train			
2404	malta	sente/estern	piastrelle	204	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	144,36	train			
2404	gesso	interno	piastrelle	204	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	144,67	train			
2404	gesso	sente/estern	tessile	204	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	144,59	train			
2404	gesso	sente/estern	legno	204	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	144,52	train			
2404	gesso	sente/estern	piastrelle	250	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	144,36	train			
2404	gesso	sente/estern	piastrelle	150	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	144,7	train			
2404	gesso	sente/estern	piastrelle	204	65	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	118,95	train			
2404	gesso	sente/estern	piastrelle	204	45	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	179,68	train			
2404	gesso	sente/estern	piastrelle	204	54,72	85	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	145,85	train			
2404	gesso	sente/estern	piastrelle	204	54,72	65	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	141,95	test	145,24	Good	-3,29
2404	gesso	sente/estern	legno	204	54,72	77,93	41,82	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	155,95	train			
2404	gesso	sente/estern	legno	204	54,72	77,93	57,52	1,33	40	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	154,31	test	144,41	Good	9,90
2404	gesso	sente/estern	legno	204	54,72	77,93	57,52	1,33	20	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	119,91	train			

Tabella 17: Esito elaborazione rete neurale ETH

GG	Eth	Tag Used	Prediction	Good/Bad	Residual
2404	145,256	predict	145,26		
2359	125,84	test	144,52	Good	-18,68
3419	208,67	train			
2404	144,36	train			
2404	144,67	train			
2404	118,95	train			
2404	179,68	train			
2404	145,85	train			
2404	141,95	test	145,24	Good	-3,29
2404	155,95	train			
2404	154,31	test	144,41	Good	9,90
2404	119,91	train			

Tabella 18: Dettaglio esito elaborazione rete ETH

L' allegato n° 5 del presente lavoro, riporta i risultati completi dell'elaborazione della rete neurale per il valore di ETh.

Per avere una visione complessiva del processo compiuto dalla rete, si riporta di seguito il grafico che illustra lo scostamento percentuale tra il valore noto fornito come output e quello elaborato mediante il calcolo dalla rete stessa.

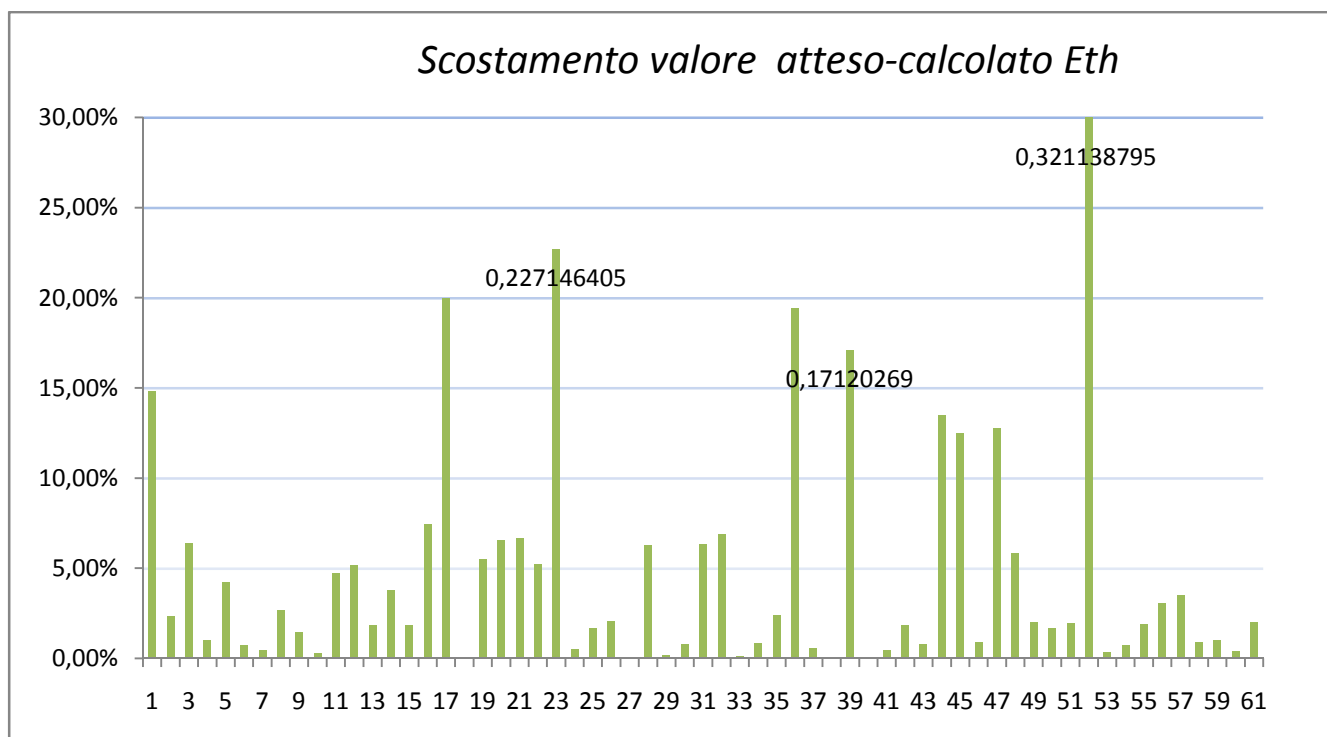


Tabella 19: Grafico scostamento percentuale valore atteso-valore calcolato, ottenuto durante il test della rete neurale ETh

Come si evince dal grafico soprastante la rete ha appreso in modo soddisfacente, dal set di esempio, il legame esistente tra input e output. Essendo infatti la rete neurale, in questo caso, impiegata come strumento di previsione si può considerare accettabile l'errore compiuto nella fase di test, considerando che pertanto le previsioni fornite avranno un errore medio del 4,78%.

6.2 ESITO ELABORAZIONE RETE NEURALE: ETC

Nella tabella che segue sono riportati i valori di input e output forniti alla rete nella fase di addestramento nonché, nelle ultime colonne, l'esito dell'elaborazione conseguita.

GG	Intonaco	Isolamento	Pavimento	Area tot.	Sup.U tile	Vol.N etto	Sup TOT opaca	U TOT opaca	Sup.tot H opaca	U tot H opaca	Sup TOT trasp	U TOT trasp	Sup. TOT su scale	U tot su scale	Etc	Tag Used	Predicti on	Good/ Bad	Residu al
2404	gesso	ssente/estern	piastrelle	203,8	54,72	77,9	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,23	predict	7,23		
2359	gesso	ssente/estern	piastrelle	203,8	54,72	77,9	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	1,40	train			
3419	gesso	ssente/estern	piastrelle	203,8	54,72	77,9	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	0,12	train			
2404	gesso	ssente/estern	piastrelle	203,8	65	77,9	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,66	train			
2404	gesso	ssente/estern	piastrelle	203,8	45	77,9	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	8,15	test	7,38	Good	0,77
2404	gesso	ssente/estern	piastrelle	203,8	54,72	85	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,83	test	7,24	Good	0,59
2404	gesso	ssente/estern	piastrelle	203,8	54,72	65	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,99	train			
2404	gesso	ssente/estern	legno	203,8	54,72	77,9	41,82	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,96	train			
2404	gesso	ssente/estern	legno	203,8	54,72	77,9	57,52	1,33	40	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,52	test	7,28	Good	0,24
2404	gesso	ssente/estern	legno	203,8	54,72	77,9	57,52	1,33	20	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	8,94	test	7,25	Good	1,69
2470	gesso	ssente/estern	piastrelle	203,8	54,72	77,9	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	6,59	train			
3734	gesso	ssente/estern	piastrelle	203,8	54,72	77,9	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	0,07	train			
3206	gesso	ssente/estern	piastrelle	203,8	54,72	77,9	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	0,18	train			
3629	gesso	ssente/estern	piastrelle	203,8	54,72	77,9	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	0,08	test	0,07	Good	0,01
3004	gesso	ssente/estern	piastrelle	203,8	54,72	77,9	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	0,48	train			

Tabella 20: Esito elaborazione rete neurale Etc

Nella tabella che segue è mostrato il dettaglio riferito alle colonne in cui vengono riportati i risultati conseguiti durante lo sviluppo della rete neurale e le valutazioni riguardanti tali valori. L'allegato n°6 riporta i risultati completi dello sviluppo della rete per il valore di ETC.

GG	Etc	Tag Used	Prediction	Good/Bad	Residual
2404	7,23	predict	7,23		
2359	1,40	train			
3419	0,12	train			
2404	7,66	train			
2404	8,15	test	7,38	Good	0,77
2404	7,83	test	7,24	Good	0,59
2404	7,99	train			
2404	7,96	train			
2404	7,52	test	7,28	Good	0,24
2404	8,94	test	7,25	Good	1,69
2470	6,59	train			

Tabella 21: Dettaglio esito elaborazione rete ETC

Il grafico che segue mette in evidenza il valore dello scostamento percentuale, conseguito durante la fase di test, tra il valore di ETc noto e quello calcolato dalla rete. Si può notare che, nonostante nella maggior parte dei casi testati il valore di errore rimane confinato al di sotto della soglia del 60%, il valore assunto dall'errore massimo conseguito è molto elevato, pari al 199%.

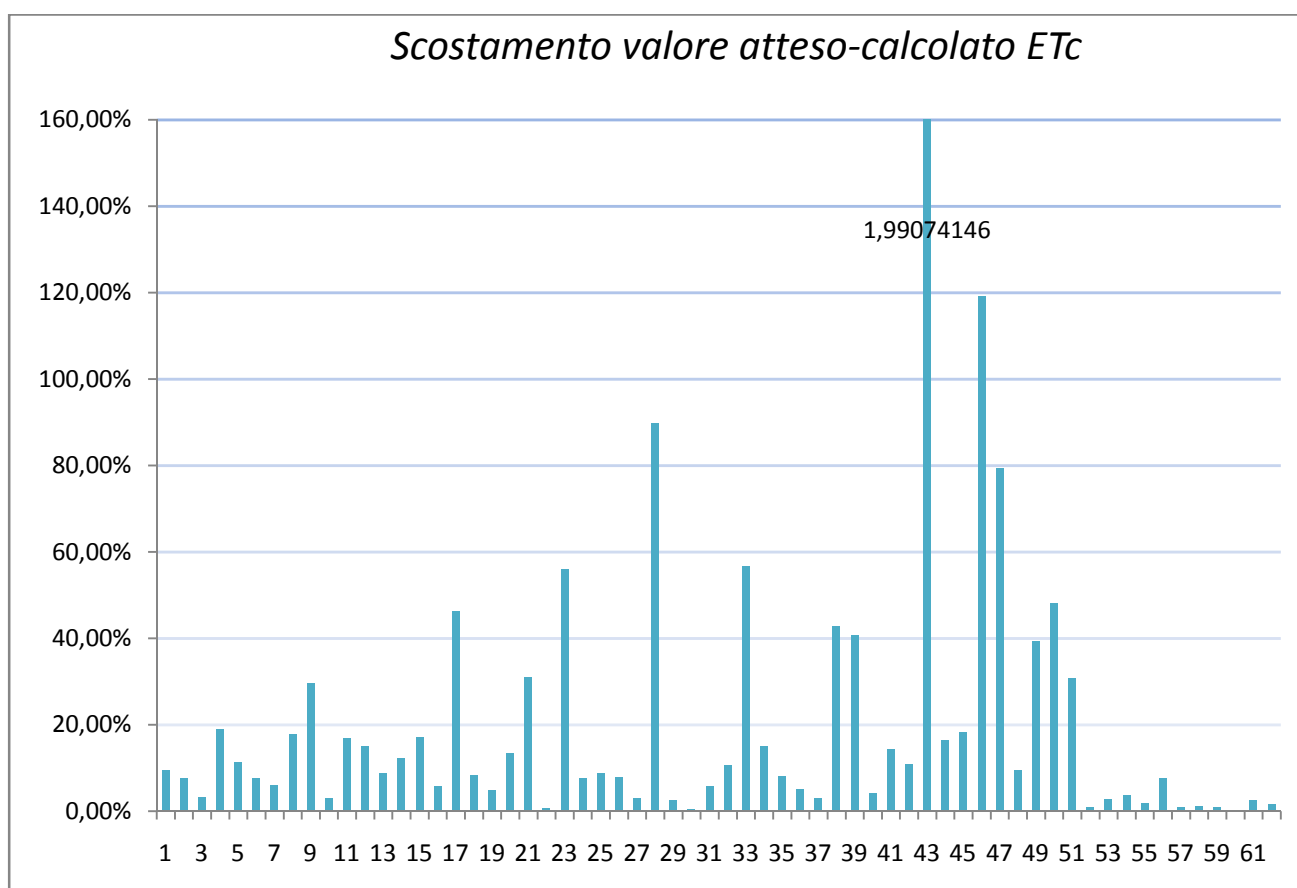


Figura 13: Grafico scostamento percentuale valore atteso-valore calcolato, ottenuto durante il test della rete neurale ETc

Per la stima del valore di fabbisogno di energia termica per il raffrescamento o la climatizzazione estiva, non si può ritenere affidabile lo strumento fornito dalla rete neurale sviluppata come esposto, in quanto non è ritenuto accettabile il valore dell'errore compiuto durante la fase di test, considerando che questo significherebbe conseguire delle previsioni affette da un valore medio di errore pari al 20,48%.

6.3 ESITO ELABORAZIONE RETE NEURALE: ETw

Avendo definito il parametro “superficie utile”, mediante l’analisi di sensitività, come unico parametro influente sull’indicatore di energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria ETw, la ANN è stata sviluppata unicamente sui valori di input e output interessati.

Nella tabella sottostante sono indicati, nelle prime due colonne, i valori di I/O forniti alla rete come set di addestramento, mentre nelle restanti colonne si trovano i termini relativi ai risultati dell’elaborazione.

Sup.Utile	ETw	Tag Used	Prediction	Good/Bad	Residual
54,72	22,09861	predict	22,10		
54,72	22,11	test	22,10	Good	0,01
54,72	22,11	train			
58	21,81	train			
60	21,64	train			
139,38	17,74	train			
139,38	17,74	test	17,74	Good	0,00
139,38	17,74	train			
155	17,3	train			
130	18,03	train			
53,72	22,21	train			
53,72	22,21	test	22,20	Good	0,01
60	21,64	train	train		

Tabella 22: Esito elaborazione rete neurale ETw

L’allegato al presente lavoro, n°7, riporta i risultati completi dello sviluppo della rete neurale per il valore di ETw.

Il grafico seguente mostra lo scostamento percentuale tra il valore noto fornito come output e quello elaborato mediante il calcolo dalla rete stessa.

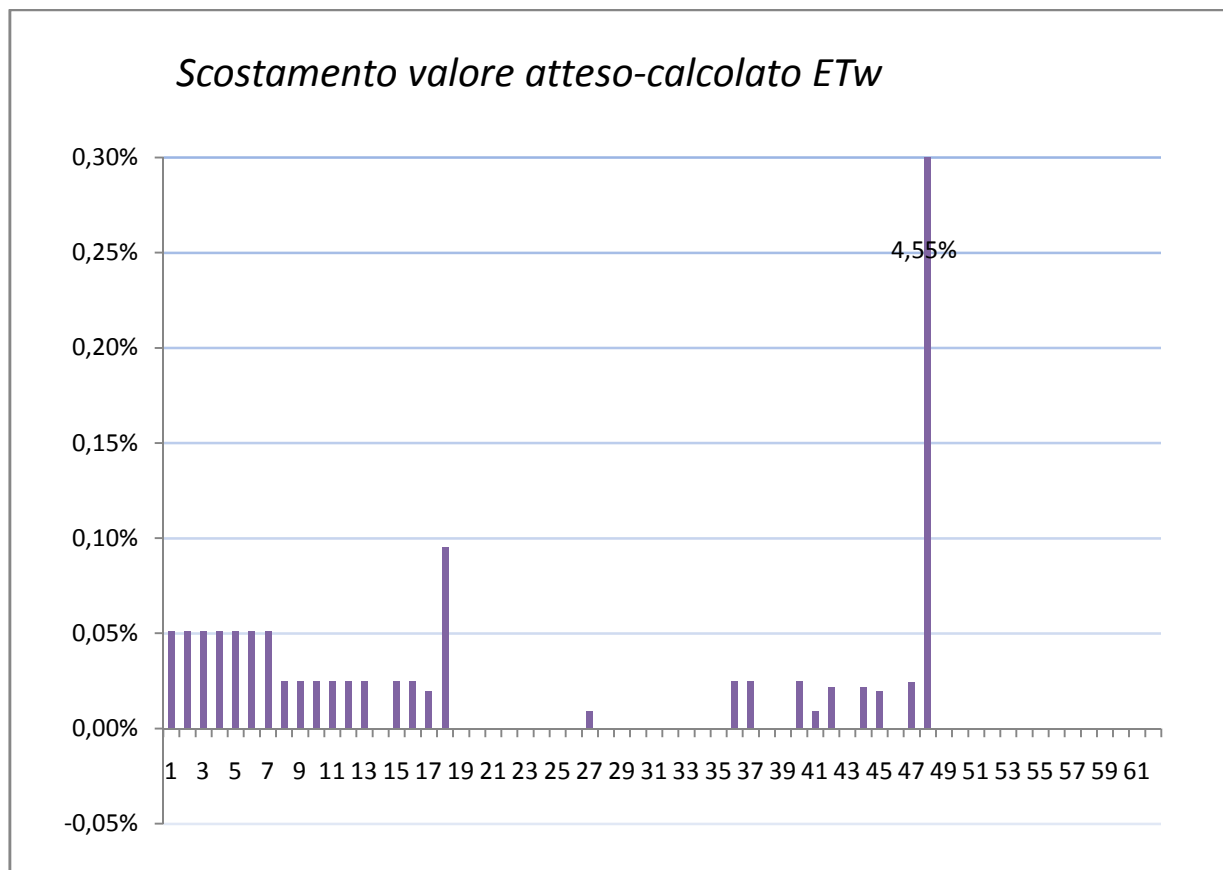


Tabella 23: Grafico scostamento percentuale valore atteso-valore calcolato, ottenuto durante il test della rete neurale ETw

Come si evince dal grafico soprastante la rete ha appreso in modo più che soddisfacente, dal set di esempio, il legame esistente tra input e output. Essendo soltanto due le variabili in gioco, la rete è riuscita a realizzare uno strumento di stima di elevata precisione. Infatti considerando che il massimo errore compiuto nella fase di test è pari al 4,55%, considerato come scostamento tra il valore noto e il valore calcolato dalla rete, si può ritenere che le previsioni fornite saranno affette da un errore medio molto basso, pari allo 0,09%.

6.4 ANALISI COMPLESSIVA DEI RISULTATI

Si esprime di seguito una valutazione dei risultati ottenuti mediante l'elaborazione delle tre differenti reti neurali.

I valori di output forniti dalla rete neurale elaborata per la stima del valore di fabbisogno di energia termica per il riscaldamento (E_{Th}), presentano un errore medio di previsione inferiore al 5% , pertanto un valore accettabile considerando che lo strumento che si intende fornire è di tipo estimativo. Inoltre è doveroso osservare che il risultato ottenuto presenta una buona affidabilità, nonostante il numero di parametri immessi per calcolarlo sia piuttosto ridotto.

Diversamente, i risultati conseguiti con lo sviluppo della rete neurale volta a definire il valore di energia termica per il raffrescamento (E_{Tc}), presentano un valore di errore decisamente elevato che non permette di considerare l'adozione di questa rete come affidabile strumento di stima. Si analizzano di seguito le possibili cause che possono aver determinato questo risultato.

Anzitutto nella fase iniziale di selezione dei parametri di input, si è trascurato di inserire i valori relativi agli aggetti orizzontali e verticali, eventualmente insistenti su componenti opachi e trasparenti dell'involucro. Medesima scelta è stata compiuta nei riguardi dei parametri correlati alle eventuali ostruzioni presenti nelle vicinanze del fabbricato. La mancata introduzione di questi input, che rivestono un ruolo consistente nella definizione dei fabbisogni termici legati alla stagione estiva, può costituire una delle cause che ha portato al parziale insuccesso dell'applicazione della rete neurale nella stima del valore di E_{Tc}.

Un ulteriore motivo di insuccesso, può essere ricondotto ad una semplificazione effettuata ancora una volta nella selezione dei parametri di input. Nella valutazione dei valori da inserire nel set di apprendimento da fornire alla rete, al fine di ridurre il più possibile il numero di variabili, è stata calcolata la media delle diverse superfici disperdenti. Con l'intento di non trascurare l'indicazione riferita all'orientamento delle singole superfici, la

media è stata pesata mediante dei coefficienti amplificativi e riduttivi, funzione dell'orientamento stesso. I coefficienti utilizzati, permettono di considerare l'incremento delle dispersioni termiche dovute al diverso orientamento degli elementi costituenti l'involucro; pertanto, il loro utilizzo si è dimostrato efficace nella stima del fabbisogno di energia termica per il riscaldamento ma, nel calcolo del fabbisogno di energia termica per il raffrescamento, esso può aver generato una difficoltà di apprendimento da parte della rete dovuta ad una sistematica alterazione non corretta dei dati.

Ancora, tra i dati di input selezionati al termine dell'analisi di sensitività, non vi sono degli specifici indicatori correlati alla stima dell'inerzia termica dell'involucro, che invece costituisce un elemento importante per la caratterizzazione del comportamento termico di un componente edilizio.

Infine, l'errore registrato può essere connesso allo strumento stesso utilizzato per la stima. La rete neurale infatti, per propria natura, possiede un carattere fortemente iterativo, questo le permette, una volta appreso, di elaborare autonomamente nuovi input e fornire output simili a quelli ricevuti nel set di addestramento. Pertanto, l'insuccesso di una ANN può essere causato dal fatto che i valori in analisi sia particolarmente diversi tra loro. Analizzando il set di addestramento formato da valori di I/O si può notare come il solo cambiamento del parametro che identifica la località di appartenenza del fabbricato (rappresentato dall'input "gradi giorno"), provochi una notevole variazione dell'output ETC.

La presenza di molteplici valori, anche molto diversi tra loro, assegnati alla variabile in esame, potrebbe aver provocato alla rete una difficoltà di iterazione e quindi di apprendimento della relazione tra I/O.

I valori di fabbisogno di energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria (ETw), stimati dalla rete neurale, presentano un'elevata affidabilità. L'errore di previsione infatti è inferiore all'1%.

7. CLASSIFICAZIONE ENERGETICA

Con il fine di conseguire dei risultati facilmente confrontabili con le prescrizioni dettate dalla DGR 8745 deliberata dalla Regione Lombardia, si è provveduto alla conversione in energia primaria del valore di fabbisogno di energia termica per il riscaldamento E_{Th} , stimato mediante l'impiego delle ANN.

In funzione della localizzazione dell'immobile (GG) e del valore assunto dal rapporto tra superfici disperdenti e volume lordo del fabbricato stesso (rapporto S/V), la DGR sopra citata prescrive il valore limite massimo dell'indicatore E_{Ph} , che rappresenta il fabbisogno di energia primaria necessaria per la climatizzazione invernale o il riscaldamento. Inoltre, sempre in funzione di tale parametro, la DGR indica la classe energetica di appartenenza del fabbricato sottoposto al calcolo delle prestazioni. Si riportano di seguito le tabelle presenti nella DGR contenenti i valori delle prescrizioni appena esposte.

Rapporto di forma dell'edificio	Zona climatica				
	D		E		F
S/V [m^{-1}]	da 1401 [GG]	a 2100 [GG]	a 2101 [GG]	a 3000 [GG]	oltre 3001 [GG]
$\leq 0,2$	21,3	34	34	46,8	46,8
$\geq 0,9$	68	88	88	116	116

Tabella 24: Valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale o il riscaldamento, kWh/m^2 anno, per edifici della categoria E.1. (fonte DGR 8745 Regione Lombardia)

Classe	Edifici di classe E.1 esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme		
	Zona E	Zona F1	Zona F2
A+	$EP_H < 14$	$EP_H < 20$	$EP_H < 25$
A	$14 \leq EP_H < 29$	$20 \leq EP_H < 39$	$25 \leq EP_H < 49$
B	$29 \leq EP_H < 58$	$39 \leq EP_H < 78$	$49 \leq EP_H < 98$
C	$58 \leq EP_H < 87$	$78 \leq EP_H < 118$	$98 \leq EP_H < 148$
D	$87 \leq EP_H < 116$	$118 \leq EP_H < 157$	$148 \leq EP_H < 198$
E	$116 \leq EP_H < 145$	$157 \leq EP_H < 197$	$198 \leq EP_H < 248$
F	$145 \leq EP_H < 175$	$197 \leq EP_H < 236$	$248 \leq EP_H < 298$
G	$EP_H \geq 175$	$EP_H \geq 236$	$EP_H \geq 298$

Tabella 25: Valori limite delle classi energetiche per la climatizzazione invernale o il riscaldamento, kWh/m^2 anno, per edifici della classe E.1. (fonte DGR 8745 Regione Lombardia)

Per poter effettuare la conversione da energia termica ad energia primaria necessaria per il riscaldamento, è indispensabile disporre del valore di rendimento medio globale stagionale dell'impianto. Questo viene calcolato come prodotto dei rendimenti delle singole componenti dell'impianto, secondo la seguente formula [14]:

$$\eta_g = \eta_e \times \eta_{rg} \times \eta_d \times \eta_{gn}$$

Dove:

η_e = rendimento di emissione,
 η_{rg} = rendimento di regolazione,
 η_d = rendimento di regolazione,
 η_{gc} = rendimento di generazione.

Appare pertanto indispensabile, volendo definire in modo rigoroso il valore di η_g , possedere una conoscenza dettagliata delle singole componenti dell'impianto incaricato di fornire le prestazioni energetiche oggetto della stima realizzata mediante l'utilizzo della rete neurale. Poiché con il presente lavoro si intende fornire uno strumento di stima destinato principalmente ai professionisti operanti nelle fase preliminare del progetto, si suppone che le scelte riguardanti l'impianto e le sue componenti non sia ancora definite e pertanto le conoscenze ad essi associati abbiano un carattere non sufficientemente dettagliato per procedere con il calcolo rigoroso del rendimento.

Come conseguenza di quanto appena affermato, si è provveduto all'adozione di un valore sperimentale del rendimento medio globale dell'impianto di riscaldamento. Questo è infatti stato empiricamente valutato, mediante la seguente formula indicata dalla DGR n°8745.

$$\varepsilon_{g, yr} = 75 + 3 \cdot \log_{10}(P_n) \%$$

La formula appena citata esprime il valore limite inferiore dell'efficienza globale media stagionale che deve essere rispettato dagli impianti termici per la climatizzazione invernale o il riscaldamento e/o per la produzione di acqua calda sanitaria.

Ipotizzando un valore di P_n , ossia potenza nominale dell'impianto, compresa tra 25 e 35 kW (valore attendibile per destinazione d'uso residenziale) si ottiene un valore di efficienza pari

al 80%. L'impiego di un valore di 0,8 del rendimento globale medio stagionale, appare ragionevole e "cautelativo".

L'adozione di tale numero in questo elaborato, deve essere considerata in relazione alle ipotesi sopra citate e quindi finalizzata a fornire un valore di energia primaria avente carattere indicativo, soggetto ad essere mutato, in funzione delle specifiche scelte impiantistiche che saranno effettuate nel corso delle fasi di progettazioni successive a quella preliminare.

Di seguito si riporta la tabella che mostra la conversione in energia primaria, dei valori di energia termica per il riscaldamento ottenuti mediante la previsione effettuata dalla rete neurale artificiale.

GG	Intonaco	Isolamento	Pavimento	Area tot.	Sup.U tile	Vol.N etto	sup TOT opaca	U TOT opaca	sup TOT trasp	U TOT trasp	Eth	Tag Used	Prediction	Eph	Zona
				m ²	m ²	m ³	m ²	Wm ² /K	m ²	Wm ² /K	kWh/m ²		kWh/m ²	kWh/m ²	
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	195	75	103	54,2	1,49351	8,45	3,7907	46,25	predict	46,25	57,81	E
2421	gesso	assente/esterno	piastrelle	195	75	103	54,2	1,49351	8,45	3,7907	46,25	predict	46,25	57,81	E
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,2	53,7	156	42,5	2,21928	9,31	1,6722	136,59	predict	136,59	170,74	E
2388	malta	assente/esterno	piastrelle	185,2	53,7	156	42,5	2,21928	9,31	1,6722	136,59	predict	136,59	170,74	E
2619	malta	assente/esterno	piastrelle	185,2	53,7	156	42,5	2,21928	9,31	1,6722	132,22	predict	132,22	165,27	E
2619	malta	assente/esterno	legno	185,2	53,7	156	42,5	2,21928	9,31	1,6722	132,22	predict	132,22	165,27	E
2619	gesso	interno	tessile	185,2	53,7	156	42,5	2,21928	9,31	1,6722	104,73	predict	104,73	130,91	E

Tabella 26: Conversione da Eth a EPh

La tabella che segue mostra in dettaglio le colonne contenenti la previsione del valore di ETH e la sua successiva conversione, operata come sopra descritto, in EPh.

GG	Eth	Tag Used	Prediction	Eph	Zona
	kWh/m ²		kWh/m ²		
2404	46,25	predict	46,25	57,81	E
2421	46,25	predict	46,25	57,81	E
2404	136,59	predict	136,59	170,74	E
2388	136,59	predict	136,59	170,74	E
2619	132,22	predict	132,22	165,27	E
2619	132,22	predict	132,22	165,27	E
2619	104,73	predict	104,73	130,91	E

Tabella 27: Dettaglio conversione da ETH a EPh

Diversamente da quanto prescritto per la valutazione delle prestazioni energetiche riguardanti la stagione invernale, la DGR, per quanto concerne il fabbisogno di energia per il raffrescamento, indica una classificazione che è funzione del valore di energia termica necessaria per realizzare la climatizzazione estiva. Si riporta di seguito la tabella presente nella DGR contenente le indicazioni finalizzate alla classificazione energetica relativa alle climatizzazioni estive.

Classe	Edifici di classe E.1 esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme		
	Zona E	Zona F1	Zona F2
A+	$ET_c < 5$	$ET_c < 5$	$ET_c < 5$
A	$5 \leq ET_c < 10$	$5 \leq ET_c < 10$	$5 \leq ET_c < 10$
B	$10 \leq ET_c < 20$	$10 \leq ET_c < 20$	$10 \leq ET_c < 20$
C	$20 \leq ET_c < 30$	$20 \leq ET_c < 30$	$20 \leq ET_c < 30$
D	$30 \leq ET_c < 40$	$30 \leq ET_c < 40$	$30 \leq ET_c < 40$
E	$40 \leq ET_c < 50$	$40 \leq ET_c < 50$	$40 \leq ET_c < 50$
F	$50 \leq ET_c < 60$	$50 \leq ET_c < 60$	$50 \leq ET_c < 60$
G	$ET_c \geq 60$	$ET_c \geq 60$	$ET_c \geq 60$

Tabella 28: Valori limite delle classi energetiche per la climatizzazione estiva o il raffrescamento, kWh/m²anno, per edifici di classe E.1 (fonte DGR Regione Lombardia)

8. CONCLUSIONI

È possibile affermare che al fine di effettuare la stima preliminare dei valori di E_{Th} ed E_{Tw} , la rete neurale si è dimostrata uno strumento di notevole affidabilità mentre quanto messo a punto non porta ancora a risultati soddisfacenti per la stima del valore di E_{Tc} . Le analisi condotte hanno tuttavia permesso di identificare le probabili cause e tracciare la via per la soluzione del problema che consiste, nella sua forma più semplice, in un'ulteriore implementazione del set di valori di apprendimento e una sua parziale correzione. Questo dovrebbe permettere il conseguimento di risultati positivi ovvero di apprezzabile affidabilità.

A prescindere dalla carenza di affidabilità nelle stime del valore di E_{Tc} , l'obiettivo principale di questa tesi, ossia l'applicazione delle ANN alla stima dei fabbisogni energetici, è da considerarsi raggiunto in quanto i risultati hanno dimostrato che il metodo proposto funziona. È stato possibile, a partire da un numero di parametri molto limitato e facilmente reperibile, anche in fase preliminare di progettazione, fornire una stima plausibile dei principali indicatori energetici. La rete neurale pertanto può essere utilizzata dai professionisti, tecnici e non, per predire, in modo immediato, i valori dei fabbisogni termici di un fabbricato. Questo strumento può quindi assumere una duplice funzione in supporto degli operatori: può essere impiegato per valutare l'efficienza di differenti soluzioni tecnologiche, in funzione dei corrispondenti fabbisogni termici stimati già in fase preliminare di progetto. Tuttavia, esso, può essere utilizzato anche "a ritroso", ovvero per definire vincoli progettuali tramite livelli minimi di prestazioni, stabiliti in funzione di prefissati valori massimi di fabbisogno energetico.

La possibilità di gestire attraverso pochi parametri, il comportamento energetico del fabbricato già nella fase preliminare di progetto, rimane la peculiarità più importante dello strumento fornito con questo lavoro. Questa caratteristica costituisce infatti una potenzialità notevole, in quanto difficilmente riscontrabile nei software di calcolo presenti nel settore edilizio.

La precisione e la verosimiglianza dei valori di output, restituiti da altri strumenti di calcolo, spesso sono conseguite mediante l'inserimento di un numero considerevole di dettagliati valori di input, necessari per lo svolgimento dell'elaborazione.

Nella fase iniziale dello sviluppo di un progetto, frequentemente le informazioni risultano carenti, perciò l'impiego di un software finalizzato al calcolo delle prestazioni energetiche risulta inadeguato. L'opportunità, pertanto, di effettuare mediante la rete neurale una prima stima dei fabbisogni energetici, senza dover attendere le fasi successive della progettazione, assume una notevole importanza poiché, nonostante il carattere plausibile dei risultati, permette di realizzare un'immediata conoscenza delle complessive prestazioni energetiche di un fabbricato.

L'esito soddisfacente ottenuto in seguito alla sperimentazione eseguita, permette di supporre risultati soddisfacenti anche nell'eventualità di ampliare, mediante l'introduzione dei parametri concernenti le caratteristiche impiantistiche, l'impiego dello strumento anche a favore della predizione dei fabbisogni di energia primaria. L'ipotesi fatta, permetterebbe di estendere l'utilizzo dello strumento fornito mediante la rete neurale, anche all'interno della fase di controllo eseguita sugli attestati di certificazione energetica. La possibilità di ottenere risultati completi e plausibili mediante l'inserimenti di pochi dati, fornirebbe, infatti, un utile supporto agli operatori che si occupano del controllo delle redazioni di attestati di certificazione energetica, che in questo modo avrebbero la possibilità di verificare immediatamente, l'attendibilità dei valori esaminati.

Nel riconoscere le potenzialità dello strumento sviluppato è doveroso, in conclusione, individuarne anche i limiti. Anzitutto la rete neurale è stata addestrata con valori di input e output elaborati con il software di calcolo Cened+: perciò, essendo il software di calcolo Cened+ sviluppato per la redazione dell'attestato di certificazione energetica degli immobili collocati nella Regione Lombardia, la procedura di calcolo a cui si fa riferimento è quella adottata dalla specifica Regione, di conseguenza non valida per considerazioni fatte su fabbricati collocati su territori differenti. Inoltre gli input stessi utilizzati, sia per l'analisi di sensitività che per la costruzione del set di addestramento, sono riferiti ad immobili

localizzati in Regione Lombardia, pertanto anche le previsioni che possono essere fatte mediante la rete neurale devono riguardare fabbricati insistenti sul medesimo territorio.

La forte dipendenza del lavoro svolto, nei confronti dei casi noti a disposizione per il suo sviluppo ne determina ulteriori limiti. La rete infatti è stata addestrata mediante valori di input e output relativi a fabbricati con destinazione d'uso residenziale, pertanto anche le previsioni restituite possono riguardare unicamente immobili caratterizzati dalla medesima destinazione d'uso.

Un ulteriore limite posto a questo lavoro, è rappresentato dal circoscritto complesso di casi noti utilizzati per il suo sviluppo; tra i casi elaborati mediante il software Cened+, analizzati per la composizione del set di addestramento, infatti, non vi è la presenza di immobili dotati di impianti di sfruttamento delle risorse rinnovabili pertanto le stime fornite dal presente lavoro risultano mancanti di questa componente.

Il soddisfacente esito ottenuto mediante la sperimentazione dell'utilizzo della rete neurale per la predizione delle prestazioni energetiche, non è comunque influenzato dalla presenza dei limiti appena citati, in quanto gli stessi possono essere facilmente superati mediante l'implementazione dei casi di studio, nonché dei valori costituenti il set di addestramento della rete neurale.

BIBLIOGRAFIA

- [1] International Organization for Standardization ISO 15392, Sustainability in building construction - General principles, 2008.
- [2] <http://www.anit.it>
- [3] <http://www.cened.it>
- [4] Regione Lombardia, Allegato del Decreto Regionale n°5736, Aggiornamento della procedura di calcolo per la certificazione energetica degli edifici, 2009
- [5] MARSAGUERRA M., ZIO E., Neural Networks Modelling, Department of Nuclear Engineering, Polytechnic of Milan, 2006
- [6] FERRARI A., Aspetti applicativi delle reti neurali artificiali, F. Angeli (Ed.), Milano, 1996
- [7] DOMENICONI C., JORDAN M., Discorsi sulle reti neurali e l'apprendimento, F. Angeli (Ed.), Milano, 2001
- [8] FLOREANO D., Manuale sulle reti neurali, Il mulino (Ed.), Bologna 1996
- [9] ZIO E., Soft Computing Methods Applied to Condition Monitoring and Fault Diagnosis for Maintenance: Neural networks, genetic algorithms, fuzzy logic, Nuclear Engineering Department, Politecnico di Milano, 2007
- [10] BUSCEMA M., SIMEION GROUP, Reti neurali artificiali e sistemi complessi, vol2. Applicazioni, F. Angeli (Ed.), Milano, 1999
- [11] ZIO E., BROGGI M., GOLEA L., PEDRONI N., Failure and reliability predictions by Infinite Impulse Response Locally Recurrent Neural Networks, Polytechnic of Milan, 2008
- [12] Maniezzo V., Algoritmi di apprendimento automatico : reti neurali, programmazione matematica e sistemi simbolici, Progetto Leonardo(Ed.), Milano, 1993
- [13] MURRAY F.A., Applications of neural networks, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1995
- [14] G. U. Repubblica Italiana, Allegato A al decreto 26 giugno 2009, Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici, 2009

Regione Lombardia, Deliberazione n° VIII/008745 del 22/12/2008, Determinazioni in merito alle disposizioni per l'efficienza energetica in edilizia e per la certificazione energetica degli edifici, Milano, 2008

ABLAMEYKO S., GORAS L., GORI M., PIURI V., Neural networks for instrumentation, measurement and related industrial applications, IOS Press, Amsterdam, 2003

UNI/TS 11330-1, Prestazioni energetiche degli edifici, Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale, maggio 2008.

UNI/TS 11300-2, Prestazioni energetiche degli edifici, Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria, maggio 2008.

UNI/TS 11300-3, Prestazioni energetiche degli edifici, Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva, maggio 2008.

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Aspetti primari della sostenibilità (ISO 15392)	11
Figura 2: Bilancio energetico edificio-impianto	17
Figura 3: Neuroni biologici	25
Figura 4: Struttura di un neurone biologico.....	26
Figura 5: Neurone biologico visto con microscopio elettronico a scansione.....	27
Figura 6: Transistor, unità di base di un microprocessore.....	27
Figura 7: Neurone artificiale	29
Figura 8: Alcune funzioni di attivazione	30
Figura 9: ANN feed-forward a tre strati	33
Figura 10: ANN back-propagation a tre stati	34
Figura 12: Fabbisogno di energia termica, fonte Cened+	41
Figura 13: Indici di prestazione energetica, fonte Cened+	44
Figura 14: Grafico scostamento percentuale valore atteso-valore calcolato,	63

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Analisi di sensitività	42
Tabella 2: Variazione percentuale indicatori prestazione energetica	43
Tabella 3: Grafico di influenza dei parametri numerici su Eth	45
Tabella 4: Grafico influenza parametri non numerici su Eth	46
Tabella 5: Grafico influenza parametri su Eth.....	47
Tabella 6: Parametri maggiormente influenti sul valore di Eth.....	48
Tabella 7: Grafico influenza parametri numerici su Etc.....	49
Tabella 8: Grafico influenza parametri non numerici su Etc	50
Tabella 9: Grafico influenza parametri su Etc	50
Tabella 10: Parametri maggiormente influenti sul valore di Etc	52
Tabella 11: Grafico parametri numerici influenti su Etw	53
Tabella 12: Grafico parametri influenti su Etw	54
Tabella 13: Parametri maggiormente influenti su Etw	54
Tabella 14: Parametri maggiormente influenti nella definizione	56
Tabella 15: Database con input e output del set di addestramento della rete neurale artificiale.....	57
Tabella 16: Set di addestramento per rete neurale Eth	59
Tabella 17: Esito elaborazione rete neurale ETH	60
Tabella 18: Dettaglio esito elaborazione rete ETH.....	60
Tabella 19: Grafico scostamento percentuale valore atteso-valore calcolato,.....	61
Tabella 20: Esito elaborazione rete neurale ETC.....	62
Tabella 21: Dettaglio esito elaborazione rete ETC	62
Tabella 22: Esito elaborazione rete neurale ETW.....	64
Tabella 23: Grafico scostamento percentuale valore atteso-valore calcolato,.....	65
Tabella 24: Valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale o il riscaldamento, kWh/m ² anno, per edifici della categoria E.1. (fonte DGR 8745 Regione Lombardia)	69
Tabella 25: Valori limite delle classi energetiche per la climatizzazione invernale o il riscaldamento, kWh/m ² anno,per edifici della classe E.1. (fonte DGR 8745 Regione Lombardia)	69
Tabella 26: Conversione da ETH a EPh	71
Tabella 27: Dettaglio conversione da ETH a EPh.....	71
Tabella 28: Valori limite delle classi energetiche per la climatizzazione estiva o il raffrescamento, kWh/m ² anno, per edifici di classe E.1 (fonte DGR Regione Lombardia)	72

INDICE DEGLI ALLEGATI

Allegato 1: Analisi di sensitività.....	87
Allegato 2: Esito analisi sensitività	93
Allegato 3: Elenco parametri.....	96
Allegato 4: Elenco parametri influenti	100
Allegato 5: Rete neurale ETh.....	103
Allegato 6: Rete neurale ETc	110
Allegato 7: Rete neurale ETw.....	117

RINGRAZIAMENTI

Al termine di questo lavoro desidero ringraziare in modo particolare il mio relatore, il Prof. Ing. Fulvio Re Cecconi, che mi ha concretamente e costantemente seguito, con impegno, pazienza, professionalità ed entusiasmo.

GRAZIE!!!

ALLEGATI

Allegato 1: Analisi di sensitività

RESIDENZIAL	DATI		ZONA TERMICA											VS esterno_involucro															
	GENERALI		Tipo struttura					Ambienti riscaldati				Ventilazione		VS esterno_involucro															
	%	Pro vin	GG	Altezza m	Intonaco	Isolamento	Parete Esterna	Pavimento	Area m ²	Sup.Utile m ²	Sup.Lorda m ²	Vol.Netto m ³	Vol.Lordo m ³	Ventilazione	Ricambi h ⁻¹	NORD	Sup. m ²	U W/m ² K	SUD	Sup. m ²	U W/m ² K	OVEST	Sup. m ²	U W/m ² K	EST	Sup. m ²	U W/m ² K		
0,3																													
EFFETTIVO	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 1	CO	2640	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 2	BG	2189	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 1 bis	VA	2524	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 2 bis	VA	2284	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 3	MI	2404	3,861	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 4	MI	2404	2,079	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 5	MI	2404	2,97	gesso	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 6	MI	2404	2,97	malta	assente	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 7	MI	2404	2,97	malta	interno	leggere/blocc	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 8	MI	2404	2,97	malta	interno	medie/blocc	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 9	MI	2404	2,97	malta	interno	pesanti	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 10	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	tessile	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 11	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	legno	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 12	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	336	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 13	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	181	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 14	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	88,673	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 15	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	47,747	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 16	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	103,532	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 17	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	55,748	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 18	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	263,354	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 19	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	141,806	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 20	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	388,245	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 21	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	209,055	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 22	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	meccanica	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 23	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	meccanica	0,5						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 24	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,65						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 25	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,35						9,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 26	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						12,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 27	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						6,99	0,76				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 28	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,99				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 29	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,53				16,5	0,76		12,4	0,76
variaz 30	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				21,45	0,76		12,4	0,76
variaz 31	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				11,55	0,76		12,4	0,76
variaz 32	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,99		12,4	0,76
variaz 33	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5	0,53		12,4	0,76
variaz 34	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5			16,12	0,76
variaz 35	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5			8,68	0,76
variaz 36	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5			12,4	0,99
variaz 37	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5			12,4	0,53
variaz 38	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5			12,4	
variaz 39	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5			12,4	
variaz 40	MI	2404	2,97	malta	interno	medie	piastrelle	259	68,21	79,64	202,58	298,65	naturale	0,5						9,99	0,76				16,5			12,4	

																										INDICATORI								
VS esterno_finestre																								VAPORE D'ACQUA		ENERGIA TERMICA								
	NORD	Sup. m ²	U W/m ² K	SUD	Sup. m ²	U W/m ² K	OVEST	Sup. m ²	U W/m ² K	EST	Sup. m ²	U W/m ² K	N/E	Sup. m ²	U W/m ² K	S/E	Sup. m ²	U W/m ² K	S/O	Sup. m ²	U W/m ² K	N/O	Sup. m ²	U W/m ² K	Sup. m ²	U W/m ² K	Sup. m ²	U W/m ² K	Attività	Fattore	Eth kWh/m ²	ETc kWh/m ²	ETw kWh/m ²	classe
EFFETTIVO					2,5	4,98					2,08	4,98																	seduto at	1	143,38	37,12	20,99	D
variaz 1					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	152,44	7,04	20,99	A	
variaz 2					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	118,56	28,51	20,99	C	
variaz 1 bis					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	163,19	2,58	20,99	A+	
variaz 2 bis					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	138,21	12,99	20,99	B	
variaz 3					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	143,38	37,12	20,99	D	
variaz 4					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	143,38	37,12	20,99	D	
variaz 5					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	144,49	38,55	20,99	D	
variaz 6					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	142,63	36,18	20,99	D	
variaz 7					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	143,38	37,12	20,99	D	
variaz 8					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	143,38	37,12	20,99	D	
variaz 9					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	143,38	37,12	20,99	D	
variaz 10					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	144,07	38	20,99	D	
variaz 11					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	143,7	37,53	20,99	D	
variaz 12					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	142,48	36	20,99	D	
variaz 13					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	144,86	39,02	20,99	D	
variaz 14					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	107,53	32,6	19,74	D	
variaz 15					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	211,29	44,35	22,64	E	
variaz 16					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	143,38	37,12	20,99	D	
variaz 17					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	143,38	37,12	20,99	D	
variaz 18					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	152,57	35,85	20,99	D	
variaz 19					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	134,24	38,49	20,99	D	
variaz 20					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	143,38	37,12	20,99	D	
variaz 21					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	143,38	37,12	20,99	D	
variaz 22					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	143,38	37,12	20,99	D	
variaz 23					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	143,38	37,12	20,99	D	
variaz 24					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	152,57	35,85	20,99	D	
variaz 25					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	134,24	38,49	20,99	D	
variaz 26					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	145,53	37,43	20,99	D	
variaz 27					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	141,25	37,48	20,99	D	
variaz 28					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	144,24	37,62	20,99	D	
variaz 29					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	140,53	37,58	20,99	D	
variaz 30					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	147,01	38,02	20,99	D	
variaz 31					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	139,77	36,88	20,99	D	
variaz 32					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	144,87	38,43	20,99	D	
variaz 33					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	138,58	37,05	20,99	D	
variaz 34					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	146,1	37,55	20,99	D	
variaz 35					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	140,66	36,69	20,99	D	
variaz 36					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	144,49	37,79	20,99	D	
variaz 37					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	139,76	36,81	20,99	D	
variaz 38					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	148,07	37,73	20,99	D	
variaz 39					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	138,7	36,51	20,99	D	
variaz 40					2,5	4,98					2,08	4,98																seduto at	1	145,19	38,16	20,99	D	

Allegato 2: Esito analisi sensitività

CASO	INDICATORI				VARIAZIONI DEGLI INDICATORI %			
	ENERGIA TERMICA				ENERGIA TERMICA			
	Eth	ETc	ETw	classe	ETH	ETc	ETw	classe
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²		kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	
EFFETTIVO	143,38	37,12	20,99	D				
variaz 1	152,44	7,04	20,99	A	6,32%	-81,03%	0,00%	1,00
variaz 2	118,56	28,51	20,99	C	-17,31%	-23,20%	0,00%	1,00
variaz 1 bis	163,19	2,58	20,99	A+	13,82%	-93,05%	0,00%	1,00
variaz 2 bis	138,21	12,99	20,99	B	-3,61%	-65,01%	0,00%	1,00
variaz 3	143,38	37,12	20,99	D	0,00%	0,00%	0,00%	0,00
variaz 4	143,38	37,12	20,99	D	0,00%	0,00%	0,00%	0,00
variaz 5	144,49	38,55	20,99	D	0,77%	3,85%	0,00%	0,00
variaz 6	142,63	36,18	20,99	D	-0,52%	-2,53%	0,00%	0,00
variaz 7	143,38	37,12	20,99	D	0,00%	0,00%	0,00%	0,00
variaz 8	143,38	37,12	20,99	D	0,00%	0,00%	0,00%	0,00
variaz 9	143,38	37,12	20,99	D	0,00%	0,00%	0,00%	0,00
variaz 10	144,07	38	20,99	D	0,48%	2,37%	0,00%	0,00
variaz 11	143,7	37,53	20,99	D	0,22%	1,10%	0,00%	0,00
variaz 12	142,48	36	20,99	D	-0,63%	-3,02%	0,00%	0,00
variaz 13	144,86	39,02	20,99	D	1,03%	5,12%	0,00%	0,00
variaz 14	107,53	32,6	19,74	D	-25,00%	-12,18%	-5,96%	0,00
variaz 15	211,29	44,35	22,64	E	47,36%	19,48%	7,86%	1,00
variaz 16	143,38	37,12	20,99	D	0,00%	0,00%	0,00%	0,00
variaz 17	143,38	37,12	20,99	D	0,00%	0,00%	0,00%	0,00
variaz 18	152,57	35,85	20,99	D	6,41%	-3,42%	0,00%	0,00
variaz 19	134,24	38,49	20,99	D	-6,37%	3,69%	0,00%	0,00
variaz 20	143,38	37,12	20,99	D	0,00%	0,00%	0,00%	0,00
variaz 21	143,38	37,12	20,99	D	0,00%	0,00%	0,00%	0,00
variaz 22	143,38	37,12	20,99	D	0,00%	0,00%	0,00%	0,00
variaz 23	143,38	37,12	20,99	D	0,00%	0,00%	0,00%	0,00
variaz 24	152,57	35,85	20,99	D	6,41%	-3,42%	0,00%	0,00
variaz 25	134,24	38,49	20,99	D	-6,37%	3,69%	0,00%	0,00
variaz 26	145,53	37,43	20,99	D	1,50%	0,84%	0,00%	0,00
variaz 27	141,25	37,48	20,99	D	-1,49%	0,97%	0,00%	0,00
variaz 28	144,24	37,62	20,99	D	0,60%	1,35%	0,00%	0,00
variaz 29	140,53	37,58	20,99	D	-1,99%	1,24%	0,00%	0,00
variaz 30	147,01	38,02	20,99	D	2,53%	2,42%	0,00%	0,00
variaz 31	139,77	36,88	20,99	D	-2,52%	-0,65%	0,00%	0,00

variaz 32	144,87	38,43	20,99	D		1,04%	3,53%	0,00%	0,00
variaz 33	138,58	37,05	20,99	D		-3,35%	-0,19%	0,00%	0,00
variaz 34	146,1	37,55	20,99	D		1,90%	1,16%	0,00%	0,00
variaz 35	140,66	36,69	20,99	D		-1,90%	-1,16%	0,00%	0,00
variaz 36	144,49	37,79	20,99	D		0,77%	1,80%	0,00%	0,00
variaz 37	139,76	36,81	20,99	D		-2,52%	-0,84%	0,00%	0,00
variaz 38	148,07	37,73	20,99	D		3,27%	1,64%	0,00%	0,00
variaz 39	138,7	36,51	20,99	D		-3,26%	-1,64%	0,00%	0,00
variaz 40	145,19	38,16	20,99	D		1,26%	2,80%	0,00%	0,00
variaz 41	137,11	36,73	20,99	D		-4,37%	-1,05%	0,00%	0,00
variaz 42	147,17	37,46	20,99	D		2,64%	0,92%	0,00%	0,00
variaz 43	139,6	36,78	20,99	D		-2,64%	-0,92%	0,00%	0,00
variaz 44	144,87	37,79	20,99	D		1,04%	1,80%	0,00%	0,00
variaz 45	138,32	36,96	20,99	D		-3,53%	-0,43%	0,00%	0,00
variaz 46	148,95	37,5	20,99	D		3,88%	1,02%	0,00%	0,00
variaz 47	137,82	36,74	20,99	D		-3,88%	-1,02%	0,00%	0,00
variaz 48	147,12	42,91	20,99	E		2,61%	15,60%	0,00%	1,00
variaz 49	137,22	39,78	20,99	D		-4,30%	7,17%	0,00%	0,00
variaz 50	143,79	37,18	20,99	D		0,29%	0,16%	0,00%	0,00
variaz 51	142,98	37,06	20,99	D		-0,28%	-0,16%	0,00%	0,00
variaz 52	143,54	37,22	20,99	D		0,11%	0,27%	0,00%	0,00
variaz 53	142,84	37,07	20,99	D		-0,38%	-0,13%	0,00%	0,00
variaz 54	143,59	37,15	20,99	D		0,15%	0,08%	0,00%	0,00
variaz 55	143,17	37,09	20,99	D		-0,15%	-0,08%	0,00%	0,00
variaz 56	143,46	37,17	20,99	D		0,06%	0,13%	0,00%	0,00
variaz 57	143,1	37,1	20,99	D		-0,20%	-0,05%	0,00%	0,00
variaz 58	143,93	37,19	20,99	D		0,38%	0,19%	0,00%	0,00
variaz 59	142,84	37,05	20,99	D		-0,38%	-0,19%	0,00%	0,00
variaz 60	143,59	37,24	20,99	D		0,15%	0,32%	0,00%	0,00
variaz 61	142,6	37,07	20,99	D		-0,54%	-0,13%	0,00%	0,00
variaz 62	145,06	38,26	20,99	D		1,17%	3,07%	0,00%	0,00
variaz 63	141,85	35,97	20,99	D		-1,07%	-3,10%	0,00%	0,00
variaz 64	146,69	36,65	20,99	D		2,31%	-1,27%	0,00%	0,00
variaz 65	140,08	37,6	20,99	D		-2,30%	1,29%	0,00%	0,00
variaz 66	145,86	38,01	20,99	D		1,73%	2,40%	0,00%	0,00
variaz 67	141,72	36,12	20,99	D		-1,16%	-2,69%	0,00%	0,00
variaz 68	146,13	36,73	20,99	D		1,92%	-1,05%	0,00%	0,00
variaz 69	140,63	37,52	20,99	D		-1,92%	1,08%	0,00%	0,00
variaz 70	145,76	38,41	20,99	D		1,66%	3,48%	0,00%	0,00
variaz 71	141,03	35,84	20,99	D		-1,64%	-3,45%	0,00%	0,00
variaz 72	146,8	36,63	20,99	D		2,39%	-1,32%	0,00%	0,00
variaz 73	139,92	37,62	20,99	D		-2,41%	1,35%	0,00%	0,00
variaz 74	146,04	38,69	20,99	D		1,86%	4,23%	0,00%	0,00
variaz 75	140,76	35,56	20,99	D		-1,83%	-4,20%	0,00%	0,00
variaz 76	147,19	36,58	20,99	D		2,66%	-1,45%	0,00%	0,00
variaz 77	139,58	37,68	20,99	D		-2,65%	1,51%	0,00%	0,00

variaz 78	150,38	36,14	20,99	D		4,88%	-2,64%	0,00%	0,00
variaz 79	136,29	38,17	20,99	D		-4,94%	2,83%	0,00%	0,00
variaz 80	144,53	36,95	20,99	D		0,80%	-0,46%	0,00%	0,00
variaz 81	133,12	38,67	20,99	D		-7,16%	4,18%	0,00%	0,00
variaz 82	143,91	37,04	20,99	D		0,37%	-0,22%	0,00%	0,00
variaz 83	142,74	37,21	20,99	D		-0,45%	0,24%	0,00%	0,00
variaz 84	143,91	37,04	20,99	D		0,37%	-0,22%	0,00%	0,00
variaz 85	142,74	37,21	20,99	D		-0,45%	0,24%	0,00%	0,00
variaz 86	143,33	37,13	20,99	D		-0,03%	0,03%	0,00%	0,00
variaz 87	143,33	37,13	20,99	D		-0,03%	0,03%	0,00%	0,00

Allegato 3: Elenco parametri

PROGR.	PARAMETRO	
1	GG	
2	Altezza media	
3	Area tot.	
4	Sup.Utile	
5	Sup.Lorda	
6	Vol.Netto	
7	Vol.Lordo	
8	Ricambi orari	
9	Sup.S_involucro	
10	U.S_involucro	
11	Sup.O_involucro	
12	U.O_involucro	
13	Sup.E_involucro	
14	U.E_involucro	
15	Sup.SE_involucro	
16	U.SE_involucro	
17	Sup.SO_involucro	
18	U.SO_involucro	
19	Sup.H_involucro	
20	U.H_involucro	
21	Sup.E_sottofinestra	
22	U.E_sottofinestra	
23	Sup.SE_sottofinestra	
24	U.SE_sottofinestra	
25	Sup.SO_sottofinestra	
26	U.SO_sottofinestra	
27	Sup.S_finestra	
28	U.S_finestra	
29	Sup.E_finestra	
30	U.E_finestra	
31	Sup.SE_finestra	
32	U.SE_finestra	
33	Sup.SO_finestra	
34	U.SO_finestra	
35	Sup.vs vano scale	
36	U.vs vano scale	
37	Sup.porta ingresso	
38	U.porta ingresso	
39	potenza max focolare	
40	potenza min focolare	
41	potenza tot bruciatore alla pot max	
42	potenza tot bruciatore alla pot min	
43	temp.media dell'acqua nel gen	

44	perdite nominali attraverso il mantello	
45	perdite nominali al camino bruciatore acceso	
46	perdite nominali al camino bruciatore spento	
47	perdite al camino a bruciatore acceso pot.minima	
48	num.terminali	
49	pot. Terminali W	
50	pot kW	
51	pot.aus.el.kW	
52	Intonaco	gesso
53	Isolamento	assente/esterno
54	Parete Esterna	leggere/blocchi
55	Parete Esterna	medie/blocchi
56	Parete Esterna	pesanti
57	Pavimento	tessile
58	Pavimento	legno
59	Ventilazione	meccanica flusso semplice
60	Ventilazione	meccanica doppio flusso
61	Attività	seduto attività media
62	Attività	in cammino
63	tipologia e combustibile	gpl
64	tipologia e combustibile	gasolio
65	tipologia e combustibile	olio combustibile
66	tipologia e combustibile	biomassa
67	centr.term.tipo funzionam.	circolaz.permanente
68	centr.term.in parallelo	senza priorità
69	installazione del generatore	generat.tipo B in zona riscaldata
70	installazione del generatore	generat.in centrale termica
71	installazione del generatore	generat.all'esterno
72	ubicazione del geneartore	centr.term.sotto piano campagna
73	ubicazione del geneartore	centr.term.adiacente a locale a t controllata
74	ubicazione del geneartore	centr.term.all'esterno
75	tipo generazione per peso	generatore in acciaio
76	tipo generazione per peso	generatore in ghisa
77	età generatore	nuova installazione
78	età generatore	fino a 5 anni
79	età generatore	da 6 a 11 anni mediam.isolato
80	età generatore	da 6 a 11 anni no isolato
81	tipo gen.per perdite camino bruciatore acceso	generatore atmosferico tipo b
82	tipo gen.per perdite camino bruciatore acceso	caldaia a gasolio/biodiesel con bruciatore ad aria soffiata
83	tipo gen.per perdite camino bruciatore acceso	caldaia a gas con bruciatore ad aria soffiata

84	tipo gen.per perdite camino bruciatore spento	bruciatori ad aria soffiata a combustibile liquido e gassoso con chiusura dell'aria comburente all'arresto
85	tipo gen.per perdite camino bruciatore spento	bruciatori ad aria soffiata a combustibile liquido gassoso a premiscelazione totale
86	tipo gen.per perdite camino bruciatore spento	generatori con scarico a parete
87	tipo gen.per perdite camino bruciatore spento	bruciatori aria soffiata senza chiusura dell'aria comburente all'arresto con camino di altezza maggiore di 10 m
88	tipo gen.per perdite camino bruciatore spento	bruciatori atmosferici a gas con camino di altezza fino a 10 m
89	tipo gen.per perdite camino bruciatore spento	bruciatori atmosferici a gas con camino di altezza maggiore di 10 m
90	tipo terminale	pannelli isolati annegati a pavimenti disaccoppiati termicamente
91	tipo terminale	pannelli isolati annegati a pavimenti non disaccoppiati termicamente
92	tipo terminale	radiatori su parete interna
93	tipo terminale	riscaldatori ad infrarossi
94	tipo terminale	strisce radianti ad acqua, a vapore, a fuoco diretto
95	tipo terminale	termoconvettori
96	tipo terminale	ventilconvettori
97	sist.controllo	solo zona con regolatore(0,5°C)
98	sist.controllo	solo zona con regolatore(0,1°C)
99	sist.controllo	solo zona con regolatore(0,2°C)
100	sist.controllo	solo zona con regolatore(PI o IPD)
101	sist.controllo	solo ambiente con regolatore
102	sist.controllo	sola climatica
103	sist.controllo	zona+clima(on/off)
104	sist.controllo	zona+clima(0,5°C)
105	sist.controllo	zona+clima(1°C)
106	sist.controllo	zona+clima(2°C)
107	sist.controllo	zona+clima(PI o PID)
108	sist.controllo	clima+amb(on/off)
109	sist.controllo	clima+amb(0,5°C)
110	sist.controllo	clima+amb(1°C)
111	sist.controllo	clima+amb(2°C)
112	sist.controllo	clima+amb(PI o PID)
113	tipo impianto	centralizz. orizz.
114	sist.impiant.riscaldam.accumulo.anno	prima del luglio 2007(10-50 l)
115	sist.impiant.riscaldam.accumulo.anno	prima del luglio 2007(50-100 l)
116	sist.impiant.riscaldam.accumulo.anno	prima del luglio 2007(200-1500 l)

117	sist.impiant.riscaldam.accumulo.anno	prima del luglio 2007(1500-10000 l)
118	sist.impiant.riscaldam.accumulo.anno	prima del luglio 2007(oltre 10000 l)
119	sist.impiant.acs.distrib.anno install.	dopo del 373/86
120	tipo ausil.eletr.	con vent.in arresto al raggiungimento della temp.fissata
121	tipo funz.	continuo
122	elettropompa	pompa velocità variabile
123	resistenza back up	presente

Allegato 4: Elenco parametri influenti

ENERGIA TERMICA					
Eth		Etc		Etw	
PROGR.	Δ ass	PROGR.	Δ ass	PROGR.	Δ ass
4	103,76	1	21,47	4	2,9
1	33,88	4	11,75	1	0
6	18,33	20	3,13	2	0
8	18,33	33	3,13	3	0
35	14,09	3	3,02	5	0
36	11,41	6	2,64	6	0
19	11,13	8	2,64	7	0
20	9,9	31	2,57	8	0
15	9,37	27	2,29	9	0
16	8,08	35	2,03	10	0
34	7,61	29	1,89	11	0
17	7,57	36	1,72	12	0
11	7,24	16	1,43	13	0
32	6,88	52	1,43	14	0
28	6,61	12	1,38	15	0
18	6,55	15	1,22	16	0
12	6,29	11	1,14	17	0
30	5,5	34	1,1	18	0
13	5,44	32	0,99	19	0
33	5,28	14	0,98	20	0
14	4,73	28	0,95	21	0
31	4,73	53	0,94	22	0
9	4,28	57	0,88	23	0
29	4,14	13	0,86	24	0
10	3,71	18	0,83	25	0
27	3,21	30	0,79	26	0
3	2,38	19	0,76	27	0
37	1,17	17	0,68	28	0
38	1,17	58	0,41	29	0
52	1,11	26	0,17	30	0
25	1,09	37	0,17	31	0
26	0,99	38	0,17	32	0
21	0,81	22	0,15	33	0
53	0,75	25	0,14	34	0
22	0,7	21	0,12	35	0
57	0,69	24	0,07	36	0
23	0,42	23	0,06	37	0
24	0,36	9	0,05	38	0
58	0,32	10	0,04	39	0
61	0,05	61	0,01	40	0
62	0,05	62	0,01	41	0
2	0	2	0	42	0

5	0	5	0	43	0
7	0	7	0	44	0
39	0	39	0	45	0
40	0	40	0	46	0
41	0	41	0	47	0
42	0	42	0	48	0
43	0	43	0	49	0
44	0	44	0	50	0
45	0	45	0	51	0
46	0	46	0	52	0
47	0	47	0	53	0
48	0	48	0	54	0
49	0	49	0	55	0
50	0	50	0	56	0
51	0	51	0	57	0
54	0	54	0	58	0
55	0	55	0	59	0
56	0	56	0	60	0
59	0	59	0	61	0
60	0	60	0	62	0
63	0	63	0	63	0
64	0	64	0	64	0
65	0	65	0	65	0
66	0	66	0	66	0
67	0	67	0	67	0
68	0	68	0	68	0
69	0	69	0	69	0
70	0	70	0	70	0
71	0	71	0	71	0
72	0	72	0	72	0
73	0	73	0	73	0
74	0	74	0	74	0
75	0	75	0	75	0
76	0	76	0	76	0
77	0	77	0	77	0
78	0	78	0	78	0
79	0	79	0	79	0
80	0	80	0	80	0
81	0	81	0	81	0
82	0	82	0	82	0
83	0	83	0	83	0
84	0	84	0	84	0
85	0	85	0	85	0
86	0	86	0	86	0
87	0	87	0	87	0
88	0	88	0	88	0

89	0	89	0	89	0
90	0	90	0	90	0
91	0	91	0	91	0
92	0	92	0	92	0
93	0	93	0	93	0
94	0	94	0	94	0
95	0	95	0	95	0
96	0	96	0	96	0
97	0	97	0	97	0
98	0	98	0	98	0
99	0	99	0	99	0
100	0	100	0	100	0
101	0	101	0	101	0
102	0	102	0	102	0
103	0	103	0	103	0
104	0	104	0	104	0
105	0	105	0	105	0
106	0	106	0	106	0
107	0	107	0	107	0
108	0	108	0	108	0
109	0	109	0	109	0
110	0	110	0	110	0
111	0	111	0	111	0
112	0	112	0	112	0
113	0	113	0	113	0
114	0	114	0	114	0
115	0	115	0	115	0
116	0	116	0	116	0
117	0	117	0	117	0
118	0	118	0	118	0
119	0	119	0	119	0
120	0	120	0	120	0
121	0	121	0	121	0
122	0	122	0	122	0
123	0	123	0	123	0

Allegato 5: Rete neurale ETh

GG	Intonaco	Isolamento	Pavimento	Area tot.	Sup.Utile	Vol.Netto	sup TOT opaca	U TOT opaca	Sup.tot H opaca	U tot H opaca	sup TOT trasp	U TOT trasp	Sup. TOT su scale	U tot su scale	Eth		Tag Used	Prediction	Good/Bad	Residual
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	145,256		predict	145,26		
2359	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	125,84		test	144,52	Good	-18,68
3419	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	208,67		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	144,36		train			
2404	gesso	interno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	144,67		train			
2404	gesso	assente/esterno	tessile	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	144,59		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	144,52		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	250	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	144,36		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	150	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	144,7		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	65	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	118,95		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	45	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	179,68		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	85	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	145,85		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	65	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	141,95		test	145,24	Good	-3,29
2404	gesso	assente/esterno	legno	203,8	54,72	77,93	41,82	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	155,95		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	40	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	154,31		test	144,41	Good	9,90
2404	gesso	assente/esterno	legno	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	20	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	119,91		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	10	1,37	148,36		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	2	1,37	143,08		train			
2485	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	147,4		train			
2557	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	146,26		train			
2360	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	143,08		test	144,54	Good	-1,46
2470	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	148,79		train			
3734	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	226,92		train			
3206	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	196,34		train			
3629	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	220,83		train			
3004	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	172,03		train			
3187	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	195,27		train			
2427	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	151,39		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	58	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	135,31		train			
2557	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	146,26		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	60	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	130,23		train			
2549	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	146,1		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	50	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	159,82		test	153,07	Good	6,75
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	70	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	109,34		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	40	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	204,62		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	35	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	236,81		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	30	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	279,86		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	119,91		train			
2359	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	96,89		train			
2619	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	135,77		train			

3029	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	166,33		train			
2420	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	129,54		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	120,37		train			
2404	malta	interno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	120,37		train			
2404	malta	assente/esterno	tessile	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	120,96		train			
2404	malta	assente/esterno	legno	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	120,13		test	121,05	Good	-0,92
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	200	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	119,67		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	250	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	119,06		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	300	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	118,63		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	100	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	122,28		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	50	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	125,65		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	60	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	105,85		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	70	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	88,83		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	40	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	166,54		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	30	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	228,06		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	165	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	121,64		test	121,05	Good	0,59
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	145	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	117,88		test	121,05	Good	-3,17
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	15,08	2,00	124,31		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	5,8	2,00	116,4		train			
2469	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	128,49		train			
2634	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	124,21		train			
2563	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	122,51		train			
2489	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	128,02		train			
2420	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	128,57		train			
2449	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	124,98		test	123,13	Good	1,85
2470	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	124,36		test	124,02	Good	0,34
2492	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	129,83		train			
2421	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	125,45		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	35	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	192,84		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	45	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	146,18		train			
2563	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	121,28		test	127,02	Good	-5,74
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	55	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	116,77		train			
2426	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	128,73		test	122,09	Good	6,64
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	58	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	109,98		train			
2426	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	65	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	103,84		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	68	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	91,82		train			
2426	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	73	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	91,01		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	98,65		train			
2545	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	108,7		train			
2557	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	106,84		train			
3419	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	147,46		train			
2399	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	91,41		train			
2404	malta	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	100,16		train			
2404	gesso	interno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	100,69		train			

2404	gesso	interno	tessile	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	101,06		train			
2404	gesso	assente/esterno	tessile	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	100,86		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	100,33		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	700	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	100,25		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	500	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	100,61		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	609,12	150	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	92,97		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	609,12	120	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	117,46		test	119,66	Good	-2,20
2404	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	500	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	106,92		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	350	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	95,81		test	99,46	Good	-3,65
2524	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	108,36		train			
2435	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	99,65		test	101,47	Good	-1,82
2481	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	106,45		train			
2545	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	103,64		train			
2557	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	98,93		test	106,32	Good	-7,39
2480	gesso	assente/esterno	legno	609,12	155	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	95,34		train			
2446	gesso	assente/esterno	legno	609,12	130	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	96,45		test	115,73	Good	-19,28
2388	gesso	assente/esterno	legno	609,12	125	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	119,66		train			
2435	gesso	assente/esterno	legno	609,12	90	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	169,3		train			
2435	gesso	assente/esterno	legno	609,12	100	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	151,26		train			
3158	gesso	assente/esterno	legno	609,12	70	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	252,3		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	297,99		train			
2545	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	323,89		train			
2388	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	318,61		train			
3029	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	413,33		train			
3029	malta	assente/esterno	piastrelle	96,37	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	413,15		train			
3029	malta	interno	tessile	96,37	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	413,43		train			
2404	malta	interno	legno	96,37	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	301,34		train			
2404	gesso	interno	tessile	96,37	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	302,47		test	302,48	Good	-0,01
2404	gesso	interno	tessile	120	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	301,86		train			
2404	gesso	interno	tessile	80	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	303,02		train			
2404	gesso	interno	piastrelle	150	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	300,8		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	120	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	300,86		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	120	50	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	115,76		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	120	21,09	70	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	305,36		train			
2469	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	25	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	266,77		train			
2549	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	30	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	210,16		train			
2549	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	40	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	152,84		train			
2549	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	55	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	106,58		test	112,43	Good	-5,85
2563	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	60	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	95,19		test	88,96	Good	6,23
2634	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	65	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	88,88		train			
2409	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	70	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	83,33		test	88,88	Good	-5,55
2409	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	55	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	109,98		test	115,75	Good	-5,77
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	45,12	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	198,93		train			
2557	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	45,12	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	201,2		train			

3419	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	45,12	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	264,6		test	204,50	Good	60,10
2404	malta	assente/esterno	tessile	170,37	45,12	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	189,81		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	170,37	45,12	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	189,45		test	190,41	Good	-0,96
2404	gesso	interno	piastrelle	170,37	45,12	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	190,23		train			
2404	malta	assente/esterno	legno	170,37	45,12	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	188,83		test	192,05	Good	-3,22
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	190	45,12	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	188,14		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	150	45,12	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	189,11		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	55	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	151,75		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	55	150	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	154,94		train			
2469	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	65	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	134,38		train			
2420	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	70	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	124,29		test	121,68	Good	2,61
2470	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	75	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	108,87		train			
2619	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	80	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	98,92		train			
2521	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	85	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	102,36		train			
2628	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	90	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	97,05		train			
2812	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	95	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	93,56		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	131,31		train			
2359	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	109,73		train			
3029	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	183,74		test	183,84	Good	-0,10
3029	gesso	interno	piastrelle	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	183,85		train			
3029	malta	interno	legno	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	183,77		train			
2404	malta	interno	legno	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	131,4		train			
2404	malta	assente/esterno	tessile	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	131,14		train			
2404	malta	assente/esterno	tessile	230	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	130,92		train			
2404	malta	assente/esterno	tessile	140	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	131,72		train			
2404	malta	assente/esterno	tessile	140	45	150	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	96,75		train			
2524	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	142,26		train			
2557	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	128,42		test	136,49	Good	-8,07
2532	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	132,6		train			
2532	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	40	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	99,52		train			
2532	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	55	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	67,73		train			
2532	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	60	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	60,82		train			
2532	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	65	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	55,04		train			
2532	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	70	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	50,15		test	50,24	Good	-0,09
2532	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	75	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	45,97		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	75	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	47,66		test	47,27	Good	0,39
2421	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	75	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	47,53		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	126,85		test	134,89	Good	-8,04
2388	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	135,29		train			
2619	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	142,04		test	132,26	Good	9,78
2619	malta	assente/esterno	legno	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	142,12		train			
2619	gesso	interno	tessile	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	142,98		test	142,83	Good	0,15
2619	gesso	interno	tessile	200	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	142,83		train			
2619	gesso	interno	tessile	120	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	143,99		test	142,79	Good	1,20

2404	gesso	interno	tessile	120	65	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	104,73		train			
2404	gesso	interno	tessile	120	65	180	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	108,6		train			
2420	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	134,94		train			
2603	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	132,22		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	50	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	138,2		test	134,89	Good	3,31
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	60	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	112,39		test	134,20	Good	-21,81
2545	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	130,67		train			
2480	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	135,02		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	70	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	94,2		train			
2482	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	135,18		train			
2426	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	135,56		test	134,76	Good	0,80
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	75	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	87		test	86,99	Good	0,01
2482	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	80	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	85,83		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	80	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	80,76		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	85	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	75,29		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	90	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	70,47		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	95	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	66,21		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	100	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	62,4		train			
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	215,34		train			
2388	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	213,32		train			
3029	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	274,47		test	227,48	Good	46,99
2388	gesso	assente/esterno	legno	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	212,5		train			
2388	gesso	assente/esterno	legno	180	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	213,17		train			
2388	gesso	assente/esterno	legno	250	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	212,39		test	212,56	Good	-0,17
2545	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	211,91		train			
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	50	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	322,21		train			
2578	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	212,93		test	213,92	Good	-0,99
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	30	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	550,04		train			
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	40	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	407,44		train			
2545	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	211,69		train			
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	45	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	360,05		train			
3014	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	227,48		train			
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	55	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	291,32		train			
2649	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	211,85		test	215,77	Good	-3,92
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	60	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	265,65		test	267,78	Good	-2,13
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	65	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	243,99		train			
2575	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	210,71		train			
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	70	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	225,48		train			
2562	malta	assente/esterno	piastrelle	241,86	73,35	220,05	81,4	1,23	0	0	12,66	3,44	16,9	1,99	137,14		train			
2619	malta	assente/esterno	piastrelle	241,86	73,35	220,05	81,4	1,23	0	0	12,66	3,44	16,9	1,99	128,98		train			
2562	malta	assente/esterno	tessile	241,86	73,35	220,05	81,4	1,23	0	0	12,66	3,44	16,9	1,99	135,12		train			
2562	malta	assente/esterno	legno	241,86	73,35	220,05	81,4	1,23	0	0	12,66	3,44	16,9	1,99	134,82		train			
2562	malta	interno	legno	241,86	73,35	220,05	81,4	1,23	0	0	12,66	3,44	16,9	1,99	135		train			
2562	gesso	interno	tessile	241,86	73,35	220,05	81,4	1,23	0	0	12,66	3,44	16,9	1,99	153,95		train			

2562	gesso	interno	tessile	270	73,35	220,05	81,4	1,23	0	0	12,66	3,44	16,9	1,99	135,67	test	153,95	Good	-18,28
2562	gesso	interno	tessile	180	73,35	220,05	81,4	1,23	0	0	12,66	3,44	16,9	1,99	136,85	test	153,95	Good	-17,10
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	222,9	58,02	162,46	45,49	1,68	0	0	8,02	3,82	9,2	2,11	104,44	train			
2652	malta	assente/esterno	piastrelle	333,82	99,09	248,51	85,1	1,56	0	0	32,97	2,51	0	0	96,98	train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	179,31	40,55	125,69	24,1	2,03	0	0	6,5	2,90	0	0,00	103,74	train			
3004	malta	assente/esterno	piastrelle	179,31	40,55	125,69	24,1	2,03	0	0	6,5	2,90	0	0,00	127,67	train			
2427	malta	assente/esterno	piastrelle	179,31	40,55	125,69	24,1	2,03	0	0	6,5	2,90	0	0,00	112,17	train			
2446	malta	assente/esterno	piastrelle	179,31	40,55	125,69	24,1	2,03	0	0	6,5	2,90	0	0,00	103,42	train			
3029	malta	assente/esterno	piastrelle	179,31	40,55	125,69	24,1	2,03	0	0	6,5	2,90	0	0,00	145,04	train			
2575	malta	assente/esterno	piastrelle	179,31	40,55	125,69	24,1	2,03	0	0	6,5	2,90	0	0,00	109,74	train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	160,2	44,33	118,92	46,6	1,64	0	0	7,05	3,51	0	0,00	107,65	train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	221,06	61,77	174,35	31,09	1,82	17,1	1,7	8,56	2,70	24,1	1,35	93,03	train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	369,03	120,45	349,29	107,05	1,30	0	0	36,65	3,81	29,4	1,18	103,2	train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	207,73	57,73	170,3	34,6	2,23	0	0	6,77	3,81	21,2	2,11	123,7	train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	139,62	34,28	99,41	25,39	1,87	0	0	3,61	3,55	0	0,00	87,13	train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	143,38	test	142,06	Good	1,32
2640	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	152,44	train			
2189	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	118,56	train			
2524	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	163,19	test	142,38	Good	20,81
2248	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	138,21	train			
2428	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	150,86	test	142,08	Good	8,78
2379	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	130,25	train			
2416	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	123,56	train			
2406	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	139,25	test	142,06	Good	-2,81
2404	gesso	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	144,49	test	142,06	Good	2,43
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	142,63	train			
2404	malta	interno	tessile	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	144,07	train			
2404	malta	interno	legno	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	143,7	train			
2404	malta	interno	piastrelle	336,297	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	142,48	train			
2404	malta	interno	piastrelle	181,083	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	144,86	test	142,06	Good	2,80
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	88,673	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	107,53	test	142,06	Bad	-34,53
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	47,747	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	211,29	train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	263,354	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	152,57	train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	141,806	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	134,24	train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	86,947	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	145,53	train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	80,953	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	141,25	test	141,79	Good	-0,54
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,08	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	144,24	train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,04	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	140,53	train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	88,9	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	147,01	train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	79	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	139,77	train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,09	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	144,87	train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,04	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	138,58	train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	87,67	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	146,1	train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	80,23	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	140,66	test	141,73	Good	-1,07

2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,09	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	144,49		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,03	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	139,76		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	90,577	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	148,07		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	77,323	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	138,7		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,09	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	145,19		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,04	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	137,11		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	89,248	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	147,17		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	78,652	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	139,6		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,09	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	144,87		test	142,10	Good	2,77
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,04	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	138,32		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	103,532	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	148,95		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	55,748	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	137,82		test	142,06	Good	-4,24
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,364	10,08	4,98	16,82	2,42	147,12		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,196	10,08	4,98	16,82	2,42	137,22		test	142,02	Good	-4,80
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	84,301	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	143,79		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,599	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	142,98		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,10	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	143,54		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,02	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	142,84		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	84,139	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	143,59		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,761	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	143,17		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,10	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	143,46		test	142,12	Good	1,34
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,02	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	143,1		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	84,436	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	143,93		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,464	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	142,84		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,10	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	143,59		test	142,12	Good	1,47
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,02	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	142,6		test	142,01	Good	0,59
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,83	4,98	16,82	2,42	145,06		test	142,12	Good	2,94
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	9,33	4,98	16,82	2,42	141,85		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	5,33	16,82	2,42	146,69		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,63	16,82	2,42	140,08		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,704	4,98	16,82	2,42	145,86		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	9,456	4,98	16,82	2,42	141,72		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	5,38	16,82	2,42	146,13		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,58	16,82	2,42	140,63		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,866	4,98	16,82	2,42	145,76		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	9,294	4,98	16,82	2,42	141,03		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	5,36	16,82	2,42	146,8		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,60	16,82	2,42	139,92		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,944	4,98	16,82	2,42	146,04		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	9,216	4,98	16,82	2,42	140,76		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	5,34	16,82	2,42	147,19		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,62	16,82	2,42	139,58		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	21,866	2,42	150,38		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	11,774	2,42	136,29		train			

Allegato 6: Rete neurale Etc

GG	Intonaco	Isolamento	Pavimento	Area tot.	Sup.Utile	Vol.Netto	sup TOT opaca	U TOT opaca	Sup.tot H opaca	U tot H opaca	sup TOT trasp	U TOT trasp	Sup. TOT su scale	U tot su scale	Etc		Tag Used	Prediction	Good/Bad	Residual
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,233758		predict	7,23		
2359	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	1,4		train			
3419	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	0,12		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,67		train			
2404	gesso	interno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	8,22		train			
2404	gesso	assente/esterno	tessile	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	8,09		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,98		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	250	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,68		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	150	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	8,27		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	65	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,66		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	45	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	8,15		test	7,38	Good	0,77
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	85	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,83		test	7,24	Good	0,59
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	65	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,99		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	203,8	54,72	77,93	41,82	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,96		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	40	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,52		test	7,28	Good	0,24
2404	gesso	assente/esterno	legno	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	20	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	8,94		test	7,25	Good	1,69
2404	gesso	assente/esterno	legno	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	10	1,37	7,74		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	2	1,37	7,94		train			
2485	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	6,99		train			
2557	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,33		train			
2360	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	8,32		train			
2470	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	6,59		train			
3734	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	0,07		train			
3206	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	0,18		train			
3629	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	0,08		test	0,07	Good	0,01
3004	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	0,48		train			
3187	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	0,18		train			
2427	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	1,37		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	58	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,81		test	7,22	Good	0,59
2557	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,33		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	60	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,76		train			
2549	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	54,72	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,38		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	50	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	8		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	70	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	7,65		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	40	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	8,32		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	35	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	8,55		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	203,8	30	77,93	57,52	1,33	34,28	1,15	5,9	3,84	4,1	1,37	8,85		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	24,58		train			
2359	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	9,72		train			
2619	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	15,59		train			

3029	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	1,23		train			
2420	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	20,40		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	24,85		train			
2404	malta	interno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	24,85		train			
2404	malta	assente/esterno	tessile	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	25,20		test	23,69	Good	1,51
2404	malta	assente/esterno	legno	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	24,71		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	200	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	24,43		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	250	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	24,07		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	300	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	23,82		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	100	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	25,96		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	50	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	27,68		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	60	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	22,99		train			
2405	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	70	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	20,97		train			
2406	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	40	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	29,59		test	24,36	Good	5,23
2406	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	30	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	35,94		test	25,27	Good	10,67
2406	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	165	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	24,42		test	23,70	Good	0,72
2406	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	145	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	24,76		train			
2406	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	15,08	2,00	24,19		train			
2406	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	5,8	2,00	24,89		train			
2469	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	20,24		train			
2634	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	22,34		train			
2563	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	23,21		train			
2489	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	20,47		train			
2420	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	20,20		test	23,60	Good	-3,40
2449	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	21,95		train			
2470	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	22,27		train			
2492	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	19,61		test	22,54	Good	-2,93
2421	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	21,72		test	23,59	Good	-1,87
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	35	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	32,33		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	45	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	27,43		test	24,10	Good	3,33
2563	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	23,85		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	55	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	24,23		train			
2426	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	20,13		test	23,55	Good	-3,42
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	58	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	23,46		train			
2426	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	65	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	18,13		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	68	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	21,34		test	22,56	Good	-1,22
2426	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	73	155,79	41,96	2,04	0	0	9,31	3,30	10,8	2,00	17,03		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	54,89		train			
2545	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	17,33		train			
2557	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	18,74		train			
3419	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	1,08		test	1,58	Bad	-0,50
2399	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	20,76		train			
2404	malta	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	19,82		train			
2404	gesso	interno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	20,27		train			
2404	gesso	interno	tessile	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	20,60		train			

2404	gesso	assente/esterno	tessile	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	20,42		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	19,96		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	700	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	19,89		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	500	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	20,20		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	609,12	150	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	18,69		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	609,12	120	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	22,68		test	20,82	Good	1,86
2404	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	500	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	19,41		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	350	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	20,35		train			
2524	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	16,26		train			
2435	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	20,44		test	21,41	Good	-0,97
2481	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	17,14		train			
2545	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	18,47		train			
2557	gesso	assente/esterno	legno	609,12	139,38	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	20,80		test	17,99	Good	2,81
2480	gesso	assente/esterno	legno	609,12	155	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	15,61		test	20,43	Bad	-4,82
2446	gesso	assente/esterno	legno	609,12	130	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	7,34		train			
2388	gesso	assente/esterno	legno	609,12	125	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	19,00		train			
3158	gesso	assente/esterno	legno	609,12	110	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	1,58		train			
2435	gesso	assente/esterno	legno	609,12	90	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	24,81		train			
2435	gesso	assente/esterno	legno	609,12	100	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	22,88		test	22,76	Good	0,12
3158	gesso	assente/esterno	legno	609,12	70	411,16	134,96	1,30	0	0	42,76	2,12	34,4	1,35	1,77		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	86,19		test	37,88	Bad	48,31
2545	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	34,27		train			
2388	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	34,35		train			
3029	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	2,24		train			
3029	malta	assente/esterno	piastrelle	96,37	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	1,53		train			
3029	malta	interno	tessile	96,37	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	2,56		train			
2404	malta	interno	legno	96,37	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	41,31		train			
2404	gesso	interno	tessile	96,37	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	42,33		test	39,09	Good	3,24
2404	gesso	interno	tessile	120	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	41,80		train			
2404	gesso	interno	tessile	80	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	42,79		test	39,08	Good	3,71
2404	gesso	interno	piastrelle	150	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	40,78		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	120	21,09	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	40,84		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	120	50	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	23,55		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	120	21,09	70	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	40,51		train			
2469	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	25	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	29,80		train			
2549	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	30	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	30,43		train			
2549	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	40	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	25,58		test	27,57	Good	-1,99
2549	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	55	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	21,44		train			
2563	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	60	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	21,12		train			
2634	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	65	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	19,14		train			
2409	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	70	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	17,53		train			
2409	gesso	assente/esterno	piastrelle	96,37	55	61	20,3	2,35	25,72	1,8	4,69	3,61	12,1	1,89	19,78		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	45,12	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	35,86		train			
2557	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	45,12	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	18,50		test	19,04	Good	-0,54
3419	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	45,12	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	1,17		test	0,12	Bad	1,05

2404	malta	assente/esterno	tessile	170,37	45,12	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	22,10		test	22,65	Good	-0,55
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	170,37	45,12	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	21,84		train			
2404	gesso	interno	piastrelle	170,37	45,12	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	22,39		test	22,50	Good	-0,11
2404	malta	assente/esterno	legno	170,37	45,12	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	21,39		test	22,63	Good	-1,24
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	190	45,12	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	20,29		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	150	45,12	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	21,60		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	55	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	18,94		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	55	150	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	18,76		test	20,73	Good	-1,97
2469	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	65	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	13,90		train			
2420	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	70	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	13,21		train			
2470	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	75	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	15,38		train			
2619	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	80	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	15,95		train			
2521	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	85	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	11,16		train			
2628	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	90	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	9,38		test	14,71	Bad	-5,33
2812	malta	assente/esterno	piastrelle	170,37	95	133,1	38,69	1,50	54,83	1,7	10,66	3,81	10	1,89	8,41		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	45,7		train			
2359	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	4,31		train			
3029	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	0,19		train			
3029	gesso	interno	piastrelle	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	0,42		train			
3029	malta	interno	legno	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	0,24		train			
2404	malta	interno	legno	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	16,17		train			
2404	malta	assente/esterno	tessile	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	16,00		train			
2404	malta	assente/esterno	tessile	230	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	15,86		train			
2404	malta	assente/esterno	tessile	140	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	16,40		train			
2404	malta	assente/esterno	tessile	140	45	150	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	13,62		train			
2524	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	11,68		train			
2557	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	17,32		test	14,71	Good	2,61
2532	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	30,3	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	15,51		train			
2532	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	40	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	14,2		train			
2532	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	55	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	12,84		train			
2532	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	60	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	12,51		test	13,50	Good	-0,99
2532	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	65	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	12,21		test	12,82	Good	-0,61
2532	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	70	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	11,94		test	12,28	Good	-0,34
2532	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	75	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	11,69		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	75	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	10,75		train			
2421	gesso	assente/esterno	piastrelle	195,03	75	103,29	54,2	1,49	0	0	8,45	3,79	0	0,00	10,82		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	55,63		train			
2388	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	17,87		train			
2619	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	13,09		test	18,69	Bad	-5,60
2619	malta	assente/esterno	legno	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	13,2		test	18,58	Bad	-5,38
2619	gesso	interno	tessile	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	14,35		train			
2619	gesso	interno	tessile	200	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	14,16		train			
2619	gesso	interno	tessile	120	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	15,50		train			
2404	gesso	interno	tessile	120	65	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	20,69		train			
2404	gesso	interno	tessile	120	65	180	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	20,38		train			

2420	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	17,76		train			
2603	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	18,97		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	50	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	22,09		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	60	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	19,90		train			
2545	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	19,68		test	20,49	Good	-0,81
2480	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	17,73		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	70	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	18,25		train			
2482	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	17,66		train			
2426	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	53,72	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	17,49		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	75	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	17,57		train			
2482	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	80	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	14,43		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	80	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	16,94		test	19,36	Good	-2,42
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	85	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	16,38		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	90	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	15,85		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	95	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	15,36		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	185,18	100	155,9	42,5	2,22	0	0	9,31	1,67	10,8	2,00	14,9		train			
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	30,88		train			
2388	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	11,71		train			
3029	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	1,09		train			
2388	gesso	assente/esterno	legno	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	12		train			
2388	gesso	assente/esterno	legno	180	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	12,97		train			
2388	gesso	assente/esterno	legno	250	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	11,81		train			
2545	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	13,34		train			
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	50	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	15,55		train			
2578	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	13,03		test	14,42	Good	-1,39
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	30	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	21,05		train			
2701	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	13,44		train			
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	40	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	17,65		train			
2545	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	13,41		train			
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	45	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	16,49		train			
3014	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	1,69		train			
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	55	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	14,76		train			
2649	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	4,69		train			
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	60	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	14,09		train			
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	65	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	13,51		train			
2575	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	73,46	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	4,82		test	14,42	Bad	-9,60
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	70	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	12,99		train			
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	75	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	12,53		train			
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	80	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	12,11		test	14,09	Good	-1,98
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	85	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	11,72		train			
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	90	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	11,36		test	13,42	Good	-2,06
2628	gesso	assente/esterno	piastrelle	236,9	95	197,57	63,3	1,41	86,41	1,6	14,42	3,27	4,2	1,11	11,03		train			
2562	malta	assente/esterno	piastrelle	241,86	73,35	220,05	81,4	1,23	0	0	12,66	3,44	16,9	1,99	6,03		train			
2619	malta	assente/esterno	piastrelle	241,86	73,35	220,05	81,4	1,23	0	0	12,66	3,44	16,9	1,99	12,62		train			
2562	malta	assente/esterno	tessile	241,86	73,35	220,05	81,4	1,23	0	0	12,66	3,44	16,9	1,99	3,55		train			

2562	malta	assente/esterno	legno	241,86	73,35	220,05	81,4	1,23	0	0	12,66	3,44	16,9	1,99	2,89		test	6,33	Bad	-3,44
2562	malta	interno	legno	241,86	73,35	220,05	81,4	1,23	0	0	12,66	3,44	16,9	1,99	3,31		test	5,94	Bad	-2,63
2562	gesso	interno	tessile	241,86	73,35	220,05	81,4	1,23	0	0	12,66	3,44	16,9	1,99	4,98		train			
2562	gesso	interno	tessile	270	73,35	220,05	81,4	1,23	0	0	12,66	3,44	16,9	1,99	4,54		train			
2562	gesso	interno	tessile	180	73,35	220,05	81,4	1,23	0	0	12,66	3,44	16,9	1,99	6,2		test	5,61	Good	0,59
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	222,9	58,02	162,46	45,49	1,68	0	0	8,02	3,82	9,2	2,11	54,16		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	280,54	84	256,2	90,19	1,87	100,7	1,65	14,58	2,28	42,9	1,66	25,59		train			
2652	malta	assente/esterno	piastrelle	333,82	99,09	248,51	85,1	1,56	0	0	32,97	2,51	0	0	29,2		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	179,31	40,55	125,69	24,1	2,03	0	0	6,5	2,90	0	0,00	24,07		train			
2404	gesso	assente/esterno	legno	160,2	44,33	118,92	46,6	1,64	0	0	7,05	3,51	0	0,00	39,15		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	221,06	61,77	174,35	31,09	1,82	17,1	1,7	8,56	2,70	24,1	1,35	26,3		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	369,03	120,45	349,29	107,05	1,30	0	0	36,65	3,81	29,4	1,18	49,79		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	207,73	57,73	170,3	34,6	2,23	0	0	6,77	3,81	21,2	2,11	40,53		train			
2404	gesso	assente/esterno	piastrelle	139,62	34,28	99,41	25,39	1,87	0	0	3,61	3,55	0	0,00	39,05		test	23,66	Bad	15,39
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,12		train			
2640	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	7,04		train			
2189	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	28,51		train			
2524,2	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	2,58		train			
2283,8	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	12,99		train			
2428	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	30,79		train			
2379	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	24,8		test	36,72	Bad	-11,92
2416	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	28,07		test	36,70	Bad	-8,63
2406	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	19,94		train			
2404	gesso	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	38,55		train			
2404	malta	assente/esterno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	36,18		train			
2404	malta	interno	tessile	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	38		train			
2404	malta	interno	legno	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,53		train			
2404	malta	interno	piastrelle	336,297	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	36		train			
2404	malta	interno	piastrelle	181,083	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	39,02		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	88,673	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	32,6		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	47,747	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	44,35		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	263,354	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	35,85		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	141,806	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	38,49		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	86,947	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,43		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	80,953	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,48		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,08	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,62		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,04	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,58		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	88,9	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	38,02		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	79	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	36,88		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,09	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	38,43		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,04	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,05		test	36,73	Good	0,32
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	87,67	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,55		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	80,23	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	36,69		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,09	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,79		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,03	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	36,81		train			

2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	90,577	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,73		test	36,73	Good	1,00
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	77,323	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	36,51		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,09	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	38,16		test	36,73	Good	1,43
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,04	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	36,73		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	89,248	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,46		test	36,73	Good	0,73
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	78,652	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	36,78		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,09	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,79		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,04	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	36,96		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	103,532	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,5		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	55,748	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	36,74		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,364	10,08	4,98	16,82	2,42	42,91		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,196	10,08	4,98	16,82	2,42	39,78		test	36,73	Good	3,05
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	84,301	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,18		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,599	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,06		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,10	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,22		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,02	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,07		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	84,139	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,15		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,761	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,09		test	36,73	Good	0,36
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,10	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,17		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,02	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,1		test	36,73	Good	0,37
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	84,436	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,19		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,464	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,05		test	36,73	Good	0,32
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,10	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,24		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,02	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	2,42	37,07		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,83	4,98	16,82	2,42	38,26		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	9,33	4,98	16,82	2,42	35,97		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	5,33	16,82	2,42	36,65		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,63	16,82	2,42	37,6		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,704	4,98	16,82	2,42	38,01		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	9,456	4,98	16,82	2,42	36,12		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	5,38	16,82	2,42	36,73		test	36,73	Good	0,00
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,58	16,82	2,42	37,52		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,866	4,98	16,82	2,42	38,41		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	9,294	4,98	16,82	2,42	35,84		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	5,36	16,82	2,42	36,63		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,60	16,82	2,42	37,62		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,944	4,98	16,82	2,42	38,69		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	9,216	4,98	16,82	2,42	35,56		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	5,34	16,82	2,42	36,58		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,62	16,82	2,42	37,68		test	36,73	Good	0,95
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	21,866	2,42	36,14		test	36,72	Good	-0,58
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	11,774	2,42	38,17		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	3,15	36,95		train			
2404	malta	interno	piastrelle	258,69	68,21	202,58	83,95	1,06	79,64	0,28	10,08	4,98	16,82	1,69	38,67		train			

Allegato 7: Rete neurale ETw

Sup.Utile	Etw		Tag Used	Prediction	Good/Bad	Residual
54,72	22,09861		predict	22,10		
54,72	22,11		test	22,10	Good	0,01
54,72	22,11		train			
54,72	22,11		train			
54,72	22,11		train			
54,72	22,11		train			
54,72	22,11		train			
54,72	22,11		train			
54,72	22,11		train			
65	21,23		train			
45	22,64		train			
54,72	22,11		train			
54,72	22,11		train			
54,72	22,11		train			
54,72	22,11		train			
54,72	22,11		train			
54,72	22,11		train			
54,72	22,11		train			
54,72	22,11		test	22,10	Good	0,01
54,72	22,11		train			
54,72	22,11		test	22,10	Good	0,01
54,72	22,11		train			
54,72	22,11		test	22,10	Good	0,01
54,72	22,11		train			
54,72	22,11		train			
54,72	22,11		test	22,10	Good	0,01
54,72	22,11		test	22,10	Good	0,01
54,72	22,11		test	22,10	Good	0,01
58	21,81		train			
54,72	21,81		train			
60	21,64		train			
54,72	22,11		train			
50	22,64		train			
70	20,87		train			
40	22,64		train			
35	22,64		train			
30	22,64		train			
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		test	22,20	Good	0,01
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		test	22,20	Good	0,01

53,72	22,21		train			
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		test	22,20	Good	0,01
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		test	22,20	Good	0,01
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		test	22,20	Good	0,01
53,72	22,21		test	22,20	Good	0,01
60	21,64		train			
70	20,87		train			
40	22,64		test	22,64	Good	0,00
30	22,64		train			
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		train			
53,72	22,11		train			
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		test	22,20	Good	0,01
53,72	22,21		test	22,20	Good	0,01
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		train			
35	22,64		train			
45	22,64		train			
53,72	22,21		train			
55	22,09		test	22,09	Good	0,00
53,72	22,21		train			
58	21,81		train			
65	21,23		train			
68	21,01		test	20,99	Good	0,02
73	20,66		train			
139,38	17,74		test	17,74	Good	0,00
139,38	17,74		train			
139,38	17,74		test	17,74	Good	0,00
139,38	17,74		test	17,74	Good	0,00
139,38	17,74		train			
139,38	17,74		train			
139,38	17,74		train			
139,38	17,74		train			
139,38	17,74		train			
139,38	17,74		train			
139,38	17,74		train			
139,38	17,74		train			
139,38	17,74		train			
139,38	17,74		train			

45,12	22,64		train			
55	22,09		train			
55	22,09		train			
65	21,23		train			
70	20,87		train			
75	20,53		train			
80	20,22		train			
85	19,93		test	19,93	Good	0,00
90	19,67		train			
95	19,42		test	19,42	Good	0,00
30,3	22,64		train			
30,3	22,64		train			
30,3	22,64		train			
30,3	22,64		test	22,64	Good	0,00
30,3	22,64		train			
30,3	22,64		train			
30,3	22,64		train			
30,3	22,64		train			
30,3	22,64		train			
45	22,64		test	22,64	Good	0,00
30,3	22,64		train			
30,3	22,64		test	22,64	Good	0,00
30,3	22,64		test	22,64	Good	0,00
40	22,64		test	22,64	Good	0,00
55	22,09		train			
60	21,64		test	21,64	Good	0,00
65	21,23		train			
70	20,87		train			
75	20,53		train			
75	20,53		test	20,53	Good	0,00
75	20,53		train			
53,72	22,21		test	22,20	Good	0,01
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		test	22,20	Good	0,01
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		train			
65	21,23		train			
65	21,23		train			
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		train			
50	22,64		test	22,64	Good	0,00
60	21,64		train			
53,72	22,21		train			
53,72	22,21		train			

70	20,87		test	20,87	Good	0,00
53,72	22,21		test	22,20	Good	0,01
53,72	22,21		train			
75	20,53		train			
80	20,22		train			
80	20,22		train			
85	19,93		test	19,93	Good	0,00
90	19,67		train			
95	19,42		train			
100	19,18		train			
73,46	20,63		train			
73,46	20,63		train			
73,46	20,63		train			
73,46	20,63		train			
73,46	20,63		train			
73,46	20,63		train			
73,46	20,63		test	20,63	Good	0,00
50	22,64		train			
73,46	20,63		train			
30	22,64		train			
73,46	20,63		train			
40	22,64		train			
73,46	20,63		train			
45	22,64		test	22,64	Good	0,00
73,46	20,63		test	20,63	Good	0,00
55	22,09		test	22,09	Good	0,00
73,46	20,63		train			
60	21,64		train			
65	21,23		train			
73,46	20,63		train			
70	20,87		train			
75	20,53		train			
80	20,22		train			
85	19,93		train			
90	19,67		train			
95	19,42		test	19,42	Good	0,00
73,35	20,64		train			
73,35	20,64		train			
73,35	20,64		train			
73,35	20,64		train			
73,35	20,64		train			
73,35	20,64		train			
73,35	20,64		test	20,63	Good	0,01
73,35	20,64		train			
58,02	22,05		train			
84	19,99		train			

99,09	19,23		train			
40,55	22,64		train			
44,33	22,64		train			
61,77	21,49		train			
120,45	18,36		train			
57,73	21,84		train			
34,28	22,64		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	21,99		test	20,99	Good	1,00
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		test	20,99	Good	0,00
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		test	20,99	Good	0,00
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
88,673	19,74		train			
47,747	22,64		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		test	20,99	Good	0,00
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		test	20,99	Good	0,00
68,21	20,99		train			
68,21	20,99		test	20,99	Good	0,00
68,21	20,99		train			

